

Armadillo-400 シリーズ ソフトウェアマニュアル

Version 1.6.0
2011/08/26

株式会社アットマークテクノ [<http://www.atmark-techno.com>]

Armadillo 開発者サイト [<http://armadillo.atmark-techno.com>]

Armadillo-400 シリーズソフトウェアマニュアル

株式会社アットマークテクノ

060-0035 札幌市中央区北 5 条東 2 丁目 AFT ビル
TEL 011-207-6550 FAX 011-207-6570

製作著作 © 2010-2011 Atmark Techno, Inc.

Version 1.6.0
2011/08/26

目次

1. はじめに	10
1.1. 本書および関連ファイルのバージョンについて	11
1.2. 対象となる読者	11
1.3. 本書の構成	11
1.4. 表記について	11
1.4.1. フォント	11
1.4.2. コマンド入力例	11
1.4.3. アイコン	12
1.5. 謝辞	12
2. 注意事項	13
2.1. 安全に関する注意事項	13
2.2. 取扱い上の注意事項	14
2.3. ソフトウェア使用に関する注意事項	14
2.4. 書き込み禁止領域について	14
2.5. 電波障害について	15
2.6. 保証について	15
2.7. 輸出について	16
2.8. 商標について	16
3. システム概要	17
3.1. Armadillo-400 シリーズ基本仕様	17
3.2. Armadillo-420 ベーシックモデル基本仕様	20
3.3. Armadillo-420 WLAN モデル基本仕様	22
3.4. Armadillo-440 液晶モデル基本仕様	25
3.5. Armadillo-460 ベーシックモデル基本仕様	29
3.6. メモリマップ	33
3.7. ソフトウェア構成	33
3.7.1. ブートローダー	33
3.7.2. カーネル	34
3.7.3. ユーザーランド	34
3.7.4. ダウンローダー	34
3.8. ブートモード	34
4. 作業の前に	36
4.1. 準備するもの	36
4.2. 接続方法	36
4.3. シリアル通信ソフトウェアの設定	40
5. 開発環境の準備	41
5.1. クロス開発環境パッケージのインストール	41
5.2. Atmark-Dist のビルドに必要なパッケージのインストール	42
5.3. クロス開発用ライブラリパッケージのインストール	42
6. フラッシュメモリの書き換え方法	44
6.1. フラッシュメモリの書き込みリージョンについて	44
6.2. ダウンローダーのインストール	45
6.2.1. 作業用 PC が Linux の場合	45
6.2.2. 作業用 PC が Windows の場合	45
6.3. ダウンローダーを使用してフラッシュメモリを書き換える	45
6.3.1. 準備	46
6.3.2. 作業用 PC が Linux の場合	46
6.3.3. 作業用 PC が Windows の場合	47
6.4. tftpd を使用してフラッシュメモリを書き換える	48
6.5. netflash を使用してフラッシュメモリを書き換える	48

- 6.6. ブートローダーを出荷状態に戻す 49
 - 6.6.1. 準備 49
 - 6.6.2. 作業用 PC が Linux の場合 49
 - 6.6.3. 作業用 PC が Windows の場合 51
- 6.7. ブートローダーのパラメータを出荷状態に戻す 53
- 7. ビルド 55
 - 7.1. カーネルイメージとユーザーランドイメージのビルド 55
 - 7.1.1. ソースコードの準備 55
 - 7.1.2. デフォルトコンフィギュレーションの適用 56
 - 7.1.3. ビルド 57
 - 7.1.4. イメージをカスタマイズする 58
 - 7.1.5. ユーザーランドイメージにアプリケーションを追加する 62
 - 7.2. ブートローダーイメージのビルド 63
 - 7.2.1. ソースコードの準備 63
 - 7.2.2. ビルド 63
- 8. カーネル/ユーザーランドの配置 65
 - 8.1. TFTP サーバーに配置する 65
 - 8.1.1. ファイルの配置 65
 - 8.1.2. ブートオプション 65
 - 8.2. ストレージに配置する 66
 - 8.2.1. パーティション作成 66
 - 8.2.2. ファイルシステムの作成 68
 - 8.2.3. カーネルイメージの配置 68
 - 8.2.4. ルートファイルシステムの構築 69
 - 8.2.5. ブートデバイスとカーネルパラメーターの設定 71
- 9. Linux カーネルデバイスドライバ仕様 72
 - 9.1. UART 72
 - 9.2. Ethernet 74
 - 9.3. MMC/SD/SDIO ホスト 75
 - 9.4. USB 2.0 ホスト 75
 - 9.5. フレームバッファ 76
 - 9.6. LED バックライト 77
 - 9.7. タッチスクリーン 77
 - 9.8. オーディオ 78
 - 9.9. GPIO 79
 - 9.9.1. GPIO sysfs 79
 - 9.9.2. Armadillo-200 シリーズ互換 GPIO ドライバー 82
 - 9.10. LED 83
 - 9.10.1. LED クラス 83
 - 9.10.2. Armadillo-200 シリーズ互換 LED ドライバー 84
 - 9.11. ボタン 85
 - 9.12. リアルタイムクロック 86
 - 9.12.1. 有効にするリアルタイムクロックを選択する 87
 - 9.12.2. アラーム割り込み 87
 - 9.13. ウォッチドッグタイマー 89
 - 9.14. I2C 89
 - 9.15. SPI 90
 - 9.16. one wire 91
 - 9.17. PWM 92
 - 9.18. CAN 92
 - 9.19. キーボード 94
 - 9.20. パワーマネジメント 95
 - 9.20.1. スリープ機能 95

9.20.2. PMIC の電源 OFF 機能	98
10. Armadillo-460 拡張バス	100
10.1. カーネルコンフィギュレーション	100
10.1.1. 拡張バス動作モード	100
10.1.2. ダイレクト CPU バスモード(同期)固有	100
10.1.3. ダイレクト CPU バスモード(非同期)固有	101
10.2. メモリマップ	101
10.3. ISA 用ドライバを利用する場合の注意点	103
10.4. Armadillo-460 PC/104 用ヘッダファイル	104
10.4.1. I/O ポートアクセス用マクロ	104
10.4.2. 割り込み番号変換マクロ	105
A. Hermit-At ブートローダー	106
A.1. version	106
A.1.1. version 使用例	107
A.2. info	107
A.2.1. info 使用例	107
A.3. memmap	107
A.3.1. memmap 使用例	108
A.4. mac	108
A.4.1. mac 使用例	108
A.5. md5sum	108
A.5.1. md5sum 使用例	108
A.6. erase	109
A.6.1. erase 使用例	109
A.7. setenv と clearenv	109
A.7.1. setenv/clearenv 使用例	110
A.7.2. Linux カーネルパラメーター	110
A.8. setbootdevice	110
A.8.1. setbootdevice の使用例	111
A.9. frob	111
A.10. tftpd	111
A.10.1. tftpd の使用例	112
A.11. tftpboot	112
A.11.1. tftpboot の使用例	113
A.12. boot	114
A.12.1. boot 使用例	114
A.13. バージョンに関する注意	115

目次

3.1. Armadillo-420/440 ブロック図	18
3.2. Armadillo-460 ブロック図	19
3.3. Armadillo-420 ベーシックモデル見取り図	21
3.4. Armadillo-420 WLAN モデル見取り図	23
3.5. Armadillo-440 液晶モデル見取り図	26
3.6. Armadillo-460 ベーシックモデル見取り図	30
4.1. Armadillo-420 ベーシックモデル接続例	37
4.2. Armadillo-420 WLAN モデル接続例	38
4.3. Armadillo-440 液晶モデル接続例	39
4.4. Armadillo-460 ベーシックモデル接続例	40
5.1. インストールコマンド	41
5.2. インストール情報表示コマンド	42
5.3. クロス開発用ライブラリパッケージの作成	43
5.4. クロス開発用ライブラリパッケージのインストール	43
5.5. apt-cross コマンド	43
6.1. ダウンローダーのインストール (Linux)	45
6.2. ダウンロードコマンド	46
6.3. ダウンロードコマンド (ポート指定)	46
6.4. ダウンロードコマンド (アンプロテクト)	46
6.5. Hermit-At Win32 : Download ウィンドウ	47
6.6. Hermit-At Win32 : download ダイアログ	47
6.7. tftpdn コマンド例	48
6.8. netflash コマンド例	49
6.9. shoehorn コマンド例	50
6.10. shoehorn コマンドログ	50
6.11. ブートローダの書き込みコマンド例	51
6.12. Hermit-At Win32 : Shoehorn ウィンドウ	51
6.13. Hermit-At Win32 : shoehorn ダイアログ	51
6.14. Hermit-At Win32 : Erase ウィンドウ	52
6.15. Hermit-At Win32 : Erase ダイアログ	52
6.16. Hermit-At Win32 : Download ウィンドウ(Erase 後)	53
6.17. Hermit-At Win32 : Download ダイアログ(bootloader)	53
6.18. Linux カーネルパラメータを初期設定に戻す	54
6.19. ブートデバイスを初期設定に戻す	54
7.1. ソースコード準備	55
7.2. Atmark-Dist のビルド	57
7.3. Atmark-Dist のコンフィギュレーション	58
7.4. menuconfig: Main Menu	58
7.5. menuconfig: Kernel/Library/Defaults Selection	59
7.6. menuconfig: Do you wish to save your new kernel configuration?	60
7.7. menuconfig: Linux Kernel Configuration	61
7.8. menuconfig: Userland Configuration	62
7.9. ユーザーランドイメージのカスタマイズ	63
7.10. Hermit-At ソースアーカイブの展開	63
7.11. Hermit-At ビルド例	63
8.1. tftpboot コマンド	65
8.2. tftpboot コマンド例	66
8.3. パーティション作成手順	67
8.4. ファイルシステム作成手順	68
8.5. カーネルイメージの配置	69

8.6. Debian アーカイブによるルートファイルシステムの構築例	70
8.7. Atmark-Dist イメージによるルートファイルシステムの構築例	70
8.8. fstab の変更例	71
8.9. ブートデバイスの指定	71
8.10. ルートファイルシステム指定例	71
9.1. GPIO sysfs 割り込みサンプルプログラム	81
9.2. アラーム割り込み発生時刻の設定例	89
9.3. I2C 通信速度の設定	90
9.4. CAN 通信速度計算	94
10.1. PC/104 用ヘッダファイルのインクルード	104
A.1. version 構文	107
A.2. version の使用例	107
A.3. info 構文	107
A.4. info の使用例	107
A.5. memmap 構文	107
A.6. memmap の使用例	108
A.7. mac 構文	108
A.8. mac の使用例	108
A.9. md5sum 構文	108
A.10. md5sum の使用例	109
A.11. erase 構文	109
A.12. erase の使用例	109
A.13. setenv/clearenv 構文	109
A.14. setenv と clearenv の使用例	110
A.15. setbootdevice 構文	110
A.16. ブートデバイスにフラッシュメモリを指定する	111
A.17. ブートデバイスに TFTP サーバーを指定する	111
A.18. ブートデバイスに SD/MMC カードを指定する	111
A.19. tftpd 構文	112
A.20. tftpd の使用例	112
A.21. tftpboot 構文	113
A.22. tftpboot の使用例	113
A.23. boot 構文	114
A.24. boot の使用例	114

表目次

- 1.1. Armadillo-400 シリーズのモデル 10
- 1.2. 各モデルとマニュアルの対応 10
- 1.3. 使用しているフォント 11
- 1.4. 表示プロンプトと実行環境の関係 11
- 1.5. コマンド入力例での省略表記 12
- 3.1. Armadillo-400 シリーズ基本仕様 17
- 3.2. RTC オプションモジュール基本仕様 20
- 3.3. Armadillo-420 ベーシックモデル拡張インターフェースデフォルト状態 21
- 3.4. WLAN オプションモジュール基本仕様 22
- 3.5. Armadillo-420 WLAN モデル拡張インターフェースデフォルト状態 24
- 3.6. 拡張ボード基本仕様 25
- 3.7. Armadillo-440 液晶モデル拡張インターフェースデフォルト状態 27
- 3.8. Armadillo-460 ベーシックモデル拡張インターフェースデフォルト状態 30
- 3.9. Armadillo-420 フラッシュメモリ メモリマップ 33
- 3.10. Armadillo-440/460 フラッシュメモリ メモリマップ 33
- 3.11. ジャンパの設定 35
- 4.1. シリアル通信設定 40
- 5.1. Atmark-Dist のビルドに必要なパッケージ一覧 42
- 6.1. リージョン名と対応するイメージファイル 44
- 6.2. ダウンローダー一覧 45
- 6.3. リージョンとオプションの対応 48
- 6.4. リージョンとデバイスファイルの対応 49
- 6.5. ブートローダーのパラメータ 53
- 7.1. プロダクト名一覧 56
- 8.1. カーネルイメージのダウンロード先 URL 68
- 8.2. Debian アーカイブのダウンロード先 URL 69
- 8.3. Atmark-Dist イメージのダウンロード先 URL 70
- 9.1. 標準状態で使用可能な UART 72
- 9.2. シリアルインターフェースとデバイスファイルの対応 73
- 9.3. UART コンフィギュレーション 73
- 9.4. UART コンフィギュレーション(Armadillo-460 固有) 74
- 9.5. Ethernet コンフィギュレーション 74
- 9.6. MMC/SD/SDIO ホストコントローラ コンフィギュレーション 75
- 9.7. USB ホストコンフィギュレーション 76
- 9.8. フレームバッファとデバイスファイルの対応 76
- 9.9. フレームバッファ コンフィギュレーション 77
- 9.10. LED バックライト コンフィギュレーション 77
- 9.11. タッチスクリーンイベント 77
- 9.12. タッチスクリーン コンフィギュレーション 78
- 9.13. オーディオ コンフィギュレーション 79
- 9.14. GPIO_NAME と GPIO ピンの対応 79
- 9.15. GPIO 入出力方向の設定 80
- 9.16. GPIO 割り込みタイプの設定 80
- 9.17. GPIO sysfs コンフィギュレーション 82
- 9.18. Armadillo-200 シリーズ互換 GPIO ドライバー GPIO 一覧 82
- 9.19. Armadillo-200 シリーズ互換 GPIO ドライバーデバイスファイル 83
- 9.20. Armadillo-200 シリーズ互換 GPIO ドライバー ioctl コマンド 83
- 9.21. Armadillo-200 シリーズ互換 GPIO ドライバー コンフィギュレーション 83
- 9.22. LED 一覧 84
- 9.23. LED クラス コンフィギュレーション 84

9.24. LED ノード	84
9.25. LED 操作コマンド	84
9.26. Armadillo-200 シリーズ互換 LED ドライバー コンフィギュレーション	85
9.27. Armadillo-400 シリーズ ボタンイベント	85
9.28. ボタン コンフィギュレーション	86
9.29. リアルタイムクロック I2C バス接続	86
9.30. リアルタイムクロック sysfs インターフェース	86
9.31. リアルタイムクロックコンフィギュレーション	87
9.32. リアルタイムクロック選択コンフィギュレーション	87
9.33. アラーム割り込みの種類	87
9.34. リアルタイムクロックアラーム機能に関するコンフィギュレーション	88
9.35. I2C コンフィギュレーション	90
9.36. SPI コンフィギュレーション	91
9.37. one wire コンフィギュレーション	91
9.38. PWM sysfs	92
9.39. PWM コンフィギュレーション	92
9.40. CAN sysfs	93
9.41. CAN コンフィギュレーション	94
9.42. キーボードコンフィギュレーション	95
9.43. スリープ状態	95
9.44. ウェイクアップ要因の指定	96
9.45. ウェイクアップ要因のデフォルト値を指定するコンフィギュレーション	96
9.46. 電源システムとレギュレーターの対応	97
9.47. デバイスが使用するレギュレーター	97
10.1. Armadillo-460 拡張バス動作モードコンフィギュレーション	100
10.2. ダイレクト CPU バスモード(同期モード)固有のコンフィギュレーション	100
10.3. ダイレクト CPU バスモード(非同期)固有のコンフィギュレーション	101
10.4. PC/104 拡張バス互換モードメモリマップ	101
10.5. ダイレクト CPU バスモードメモリマップ	102
10.6. ダイレクト CPU バスモード時にアクセス可能な CS3/CS4 空間	102
10.7. 割り込み信号と Armadillo-460 の割り込み番号の対応	104
10.8. 割り込み番号変換マクロの仕様	105
A.1. よく使用される Linux カーネルパラメーター	110
A.2. frob コマンド	111
A.3. tftpd オプション	112

1. はじめに

Armadillo シリーズは、ARM コアを搭載した高性能・低消費電力な小型汎用 CPU ボードです。標準 OS に Linux (Kernel 2.6 系) を採用しており、豊富なソフトウェア資産と実績のある安定性を提供します。また、全ての製品が標準でネットワークインターフェースを搭載し、Linux のネットワークプロトコルスタックと組み合わせて、容易にネットワーク対応機器の開発を実現します。

Armadillo-400 シリーズは、同クラスの従来製品より性能を向上しつつも、低消費電力を実現したモデルです。Armadillo-400 シリーズには、低価格の Armadillo-420 と拡張ボードによってマルチメディア機能を追加可能な Armadillo-440、PC/104 規格に準拠した拡張バスを搭載した Armadillo-460 の 3 種類の製品があります。

Armadillo-400 シリーズは、基本機能としてシリアル、Ethernet、USB、ストレージ(microSD/SD)、GPIO など組み込み機器に必要とされる機能を備えています。Armadillo-440 と Armadillo-460 はそれらに加え、LCD、タッチスクリーン、オーディオなどのマルチメディア機能を、拡張ボードによって追加可能です。さらに、Armadillo-400 シリーズでは、オプションモジュールによってリアルタイムクロックや無線 LAN などの機能を追加することができます。

Armadillo-400 シリーズは単体モデルの他に、拡張ボードやオプションモジュールをセットにしたモデルも用意しており、すぐに試作開発用や評価をおこなうことが可能です。各モデルの名称と構成を、「表 1.1. Armadillo-400 シリーズのモデル」に示します。

表 1.1 Armadillo-400 シリーズのモデル

名称	構成
Armadillo-420 ベーシックモデル	Armadillo-420 + Armadillo-400 シリーズ RTC オプションモジュール
Armadillo-420 WLAN モデル	Armadillo-420 + Armadillo-400 シリーズ WLAN オプションモジュール
Armadillo-440 液晶モデル	Armadillo-440 + Armadillo-400 シリーズ LCD 拡張ボード
Armadillo-460 ベーシックモデル	Armadillo-460

本書には、Armadillo-400 シリーズのソフトウェアをカスタマイズするために必要な情報が記載されています。

出荷状態のソフトウェアの操作方法およびハードウェア仕様が記載されているマニュアルは、モデルにより異なります。各モデルの名称と対応するマニュアルを、「表 1.2. 各モデルとマニュアルの対応」に示します。

表 1.2 各モデルとマニュアルの対応

名称	ソフトウェアの操作方法	ハードウェア仕様
Armadillo-420 ベーシックモデル	Armadillo-420 ベーシックモデル 開発セット スタートアップガイド	Armadillo-400 シリーズ ハードウェア マニュアル
Armadillo-420 WLAN モデル	Armadillo-420 WLAN モデル開発セット スタートアップガイド	Armadillo-400 シリーズ ハードウェア マニュアル
	Armadillo-WLAN ソフトウェアマニュアル	Armadillo-WLAN ハードウェアマニュアル
Armadillo-440 液晶モデル	Armadillo-440 液晶モデル 開発セット スタートアップガイド	Armadillo-400 シリーズ ハードウェア マニュアル
Armadillo-460 ベーシックモデル	Armadillo-460 ベーシックモデル 開発セット スタートアップガイド	Armadillo-400 シリーズ ハードウェア マニュアル

以降、本書では他の Armadillo シリーズにも共通する記述については、製品名を Armadillo と表記します。

1.1. 本書および関連ファイルのバージョンについて

本書を含めた関連マニュアル、ソースファイルやイメージファイルなどの関連ファイルは最新版を使用することをおすすめいたします。本書を読み進める前に、Armadillo 開発者サイト (<http://armadillo.atmark-techno.com>)から最新版の情報をご確認ください。

1.2. 対象となる読者

本書は、Armadillo を使用して組み込みシステムを開発される方のうち、Armadillo のソフトウェアをカスタマイズされる方を対象としています。

1.3. 本書の構成

本書は、1 章から 8 章および Appendix から構成されています。

1 章から 3 章で、開発を始めるための準備について取り上げます。

4 章から 6 章で、開発環境を構築し、ブートローダー、カーネル、ユーザーランドのソースコードから一連のイメージファイルを作成する方法と、イメージファイルをターゲットとなる Armadillo に書き込む方法について説明します。

7 章では、カーネルとユーザーランドを Armadillo の内蔵 フラッシュメモリ以外の場所に配置する方法について説明します。

8 章では、Armadillo 独自の Linux カーネルデバイスドライバの仕様について記述します。

最後に、Appendix ではブートローダーの機能について説明します。

1.4. 表記について

1.4.1. フォント

本書では以下のような意味でフォントを使いわけています。

表 1.3 使用しているフォント

フォント例	説明
本文中のフォント	本文
[PC ~]\$ ls	プロンプトとユーザ入力文字列
text	編集する文字列や出力される文字列。またはコメント

1.4.2. コマンド入力例

本書に記載されているコマンドの入力例は、表示されているプロンプトによって、それぞれに対応した実行環境を想定して書かれています。「/」の部分はカレントディレクトリによって異なります。各ユーザのホームディレクトリは「~」で表わします。

表 1.4 表示プロンプトと実行環境の関係

プロンプト	コマンドの実行環境
[PC /]#	作業用 PC 上の root ユーザで実行
[PC /]\$	作業用 PC 上の一般ユーザで実行
[armadillo /]#	Armadillo 上の root ユーザで実行

プロンプト	コマンドの実行環境
[armadillo /]\$	Armadillo 上の一般ユーザで実行
hermit>	Armadillo 上の保守モードで実行

コマンド中で、変更の可能性のあるものや、環境により異なるものに関しては以下のように表記します。適時読み替えて入力してください。

表 1.5 コマンド入力例での省略表記


表記	説明
[version]	ファイルのバージョン番号

1.4.3. アイコン

本書では以下のようにアイコンを使用しています。



注意事項を記載します。



役に立つ情報を記載します。

1.5. 謝辞

Armadillo で使用しているソフトウェアは Free Software / Open Source Software で構成されています。Free Software / Open Source Software は世界中の多くの開発者の成果によってなりたっています。この場を借りて感謝の意を表します。

2. 注意事項

2.1. 安全に関する注意事項

本製品を安全にご使用いただくために、特に以下の点にご注意ください。



- ・ ご使用の前に必ず製品マニュアルおよび関連資料をお読みにになり、使用上の注意を守って正しく安全にお使いください。
- ・ マニュアルに記載されていない操作・拡張などを行う場合は、弊社 Web サイトに掲載されている資料やその他技術情報を十分に理解した上で、お客様自身の責任で安全にお使いください。
- ・ 水・湿気・ほこり・油煙等の多い場所に設置しないでください。火災、故障、感電などの原因になる場合があります。
- ・ 本製品に搭載されている部品の一部は、発熱により高温になる場合があります。周囲温度や取扱いによってはやけどの原因となる恐れがあります。本体の電源が入っている間、または電源切断後本体の温度が下がるまでの間は、基板上の電子部品、及びその周辺部分には触れないでください。
- ・ 本製品を使用して、お客様の仕様による機器・システムを開発される場合は、製品マニュアルおよび関連資料、弊社 Web サイトで提供している技術情報のほか、関連するデバイスのデータシート等を熟読し、十分に理解した上で設計・開発を行ってください。また、信頼性および安全性を確保・維持するため、事前に十分な試験を実施してください。
- ・ 本製品は、機能・精度において極めて高い信頼性・安全性が必要とされる用途(医療機器、交通関連機器、燃焼制御、安全装置等)での使用を意図しておりません。これらの設備や機器またはシステム等に使用された場合において、人身事故、火災、損害等が発生した場合、当社はいかなる責任も負いかねます。
- ・ 本製品には、一般電子機器用(OA 機器・通信機器・計測機器・工作機械等)に製造された半導体部品を使用しています。外来ノイズやサージ等により誤作動や故障が発生する可能性があります。万一誤作動または故障などが発生した場合に備え、生命・身体・財産等が侵害されることのないよう、装置としての安全設計(リミットスイッチやヒューズ・ブレーカー等の保護回路の設置、装置の多重化等)に万全を期し、信頼性および安全性維持のための十分な措置を講じた上でお使いください。
- ・ 無線 LAN 機能を搭載した製品は、心臓ペースメーカーや補聴器などの医療機器、火災報知器や自動ドアなどの自動制御器、電子レンジ、高度な電子機器やテレビ・ラジオに近接する場所、移動体識別用の構

内無線局および特定小電力無線局の近くで使用しないでください。製品が発生する電波によりこれらの機器の誤作動を招く恐れがあります。

2.2. 取扱い上の注意事項

本製品に恒久的なダメージをあたえないよう、取扱い時には以下のような点にご注意ください。

破損しやすい箇所	microSD コネクタおよびそのカバーや、Armadillo-440 あるいは Armadillo-460 と LCD 拡張ボードを接続しているフラットケーブルコネクタは、破損しやすい部品になっています。無理に力を加えて破損することのないよう十分注意してください。
本製品の改造	本製品に改造 ^[1] を行った場合は保証対象外となりますので十分ご注意ください。また、改造やコネクタ等の増設 ^[2] を行う場合は、作業前に必ず動作確認を行ってください。
電源投入時のコネクタ着脱	本製品や周辺回路に電源が入っている状態で、活線挿抜対応インターフェース(LAN, USB, SD, マイク, ヘッドホン)以外へのコネクタ着脱は、絶対に行わないでください。
静電気	本製品には CMOS デバイスを使用していますので、ご使用になる時までは、帯電防止対策された出荷時のパッケージ等にて保管してください。
ラッチアップ	電源および入出力からの過大なノイズやサージ、電源電圧の急激な変動等により、使用している CMOS デバイスがラッチアップを起こす可能性があります。いったんラッチアップ状態となると、電源を切断しないかぎりこの状態が維持されるため、デバイスの破損につながる可能性があります。ノイズの影響を受けやすい入出力ラインには、保護回路を入れることや、ノイズ源となる装置と共通の電源を使用しない等の対策をとることをお勧めします。
衝撃	落下や衝撃などの強い振動を与えないでください。
タッチパネルの操作	LCD 拡張ボードのタッチパネル LCD モジュールは弾力性のある両面テープによって固定されています。液晶画面に強い力が加わった場合に両面テープがつぶれて液晶フレームと基板配線が接触する可能性があります。液晶画面を必要以上に強く押さないようご注意ください。

2.3. ソフトウェア使用に関する注意事項

本製品に含まれるソフトウェアについて	本製品に含まれるソフトウェア(付属のドキュメント等も含みます)は、現状有姿(AS IS)にて提供いたします。お客様ご自身の責任において、使用用途・目的の適合について、事前に十分な検討と試験を実施した上でお使いください。当社は、当該ソフトウェアが特定の目的に適合すること、ソフトウェアの信頼性および正確性、ソフトウェアを含む本製品の使用による結果について、お客様に対しなんら保証も行うものではありません。
--------------------	---

2.4. 書込み禁止領域について



EEPROM、CPLD および i.MX257 内蔵エレクトリカルヒューズ(e-Fuse)のデータは、本製品に含まれるソフトウェアで使用しています。正常に動

^[1]本書を含めた関連マニュアルで改造方法を記載している箇所および、コネクタ非搭載箇所へのコネクタ等の増設は除く。

^[2]改造やコネクタを増設する際にはマスキングを行い、周囲の部品に半田くず、半田ボール等付着しないよう十分にご注意ください。

作しなくなる可能性があるため、書込みを行わないでください。また、意図的に書込みを行った場合は保証対象外となります。

2.5. 電波障害について



Armadillo-400 シリーズは、情報処理装置等電波障害自主規制協議会 (VCCI) の基準に基づくクラス A 情報技術装置^{[3][4]}です。この装置を家庭環境で使用すると電波妨害を引き起こすことがあります。この場合には使用者が適切な対策を講ずるよう要求されることがあります。



Armadillo-440 液晶モデル (Armadillo-440 と Armadillo-400 シリーズ LCD 拡張ボードがアクリル板上に固定された形状) では、VCCI の基準を満たしておらず、電波妨害を引き起こすことがあります。

Armadillo-440 液晶モデルの Armadillo-400 シリーズ LCD 拡張ボードを使用してクラス A をクリアするためには、アクリル板の代わりに金属板に固定する、または Armadillo-440 と Armadillo-400 シリーズ LCD 拡張ボードの固定穴同士を太い導線で接続するなど、LCD 拡張ボードの GND 強化が必要になります。

Armadillo-440 および Armadillo-460 の LCD インターフェースに接続する拡張ボードを新規に設計される場合、以下の点にご注意ください。



オーディオアンプのような電力が大きく変動するデバイスを拡張ボードに搭載する場合、フレキシブルフラットケーブル (FFC) のみの GND 接続では、拡張ボードから電磁波ノイズが発生する可能性があります。電磁波ノイズの低減のために、Armadillo-440 あるいは Armadillo-460 の固定穴と拡張ボードの GND を金属板や太い導線を用いて接続するなど、拡張ボードの GND 強化をお勧めします。

2.6. 保証について

本製品の本体基板は、製品に添付もしくは弊社 Web サイトに記載している「製品保証規定」に従い、ご購入から 1 年間の交換保証を行っています。添付品およびソフトウェアは保証対象外となりますのでご注意ください。

製品保証規定 <http://www.atmark-techno.com/support/warranty-policy>

^[3]Armadillo-420 および Armadillo-440 は、開発セット付属の AC アダプター (UNIFIVE 社製 US300520) を使用した状態でクラス A をクリアしています。

^[4]Armadillo-460 は、開発セット付属の AC アダプター (UNIFIVE 社製 US300520) を使用した状態で確認申請中です。

2.7. 輸出について

本製品の開発・製造は、原則として日本国内での使用を想定して実施しています。本製品を輸出する際は、輸出者の責任において、輸出関連法令等を遵守し、必要な手続きを行ってください。海外の法令および規則への適合については当社はなんらの保証を行うものではありません。本製品および関連技術は、大量破壊兵器の開発目的、軍事利用その他軍事用途の目的、その他国内外の法令および規則により製造・使用・販売・調達が禁止されている機器には使用することができません。

2.8. 商標について

- ・ Armadillo は株式会社アットマークテクノの登録商標です。その他の記載の商品名および会社名は、各社・各団体の商標または登録商標です。™、®マークは省略しています。
- ・ SD、SDHC、microSD、microSDHC、SDIO ロゴは SD-3C、LLC の商標です。



3. システム概要

ソフトウェアの開発を開始する前に、本章ではシステム概要について解説します。

3.1. Armadillo-400 シリーズ基本仕様

Armadillo-400 シリーズの標準状態^[1]での基本仕様を「表 3.1. Armadillo-400 シリーズ基本仕様」に示します。また、Armadillo-420 と Armadillo-440 のブロック図を「図 3.1. Armadillo-420/440 ブロック図」に、Armadillo-460 のブロック図を「図 3.2. Armadillo-460 ブロック図」に示します。

表 3.1 Armadillo-400 シリーズ基本仕様

	Armadillo-420	Armadillo-440	Armadillo-460
プロセッサ	Freescale i.MX257 (ARM926EJ-S) 命令/データキャッシュ 16KByte/16KByte 内部 SRAM 128KByte		
システムクロック	CPU コアクロック：400MHz BUS クロック：133MHz		
RAM	LPDDR SDRAM：64MByte (16bit 幅)	LPDDR SDRAM：128MByte (16bit 幅)	
ROM	NOR フラッシュメモリ：16MByte (16bit 幅)	NOR フラッシュメモリ：32MByte (16bit 幅)	
シリアル	RS232C レベル×1 ポート フロー制御ピン有り (フルモデム) 最大 230.4 kbps		RS232C レベル×2 ポート フロー制御ピン有り (フルモデム 1 ポート) 最大 230.4 kbps
	3.3V I/O レベル×2 ポート フロー制御ピン無し 最大 4Mbps		
USB 2.0 ホスト	High Speed×1 ポート		
	Full Speed×1 ポート		
LAN	10BASE-T/100BASE-TX×1 ポート		
ストレージ	microSD×1 4bit 幅、最大 208Mbps		SD×1 4bit 幅、最大 208Mbps
	GPIO 3.3V I/O レベル×18 ピン		
プログラマブル LED	赤×1、緑×1、黄×1		
ボタン	タクトスイッチ×1		タクトスイッチ×1 リセットスイッチ×1

^[1]Armadillo-400 シリーズは IO ピンのマルチプレクスにより機能を変更することができます。詳しくは、「Armadillo-400 シリーズハードウェアマニュアル」及び「9. Linux カーネルデバイスドライバ仕様」をご参照ください。

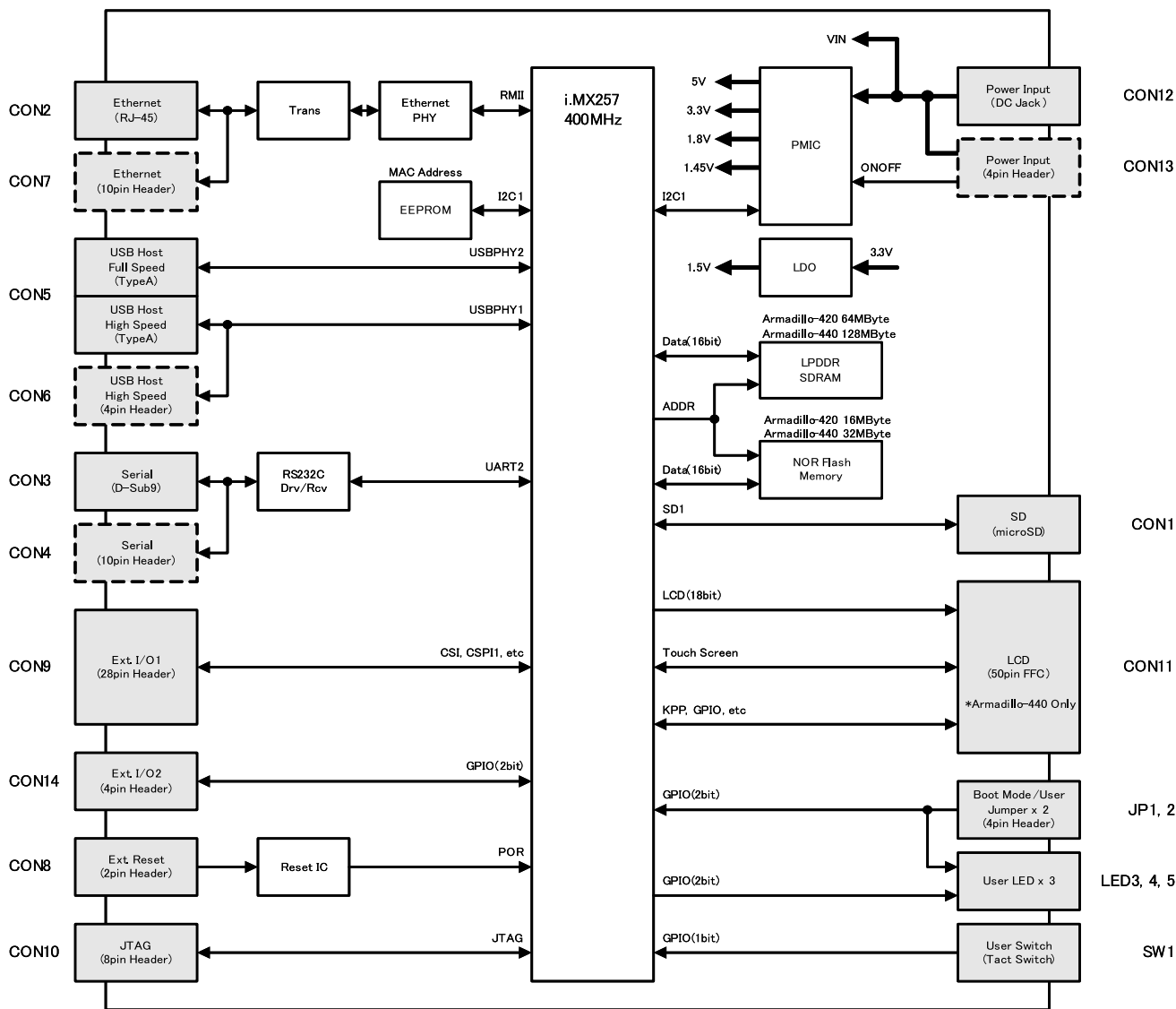


図 3.1 Armadillo-420/440 ブロック図

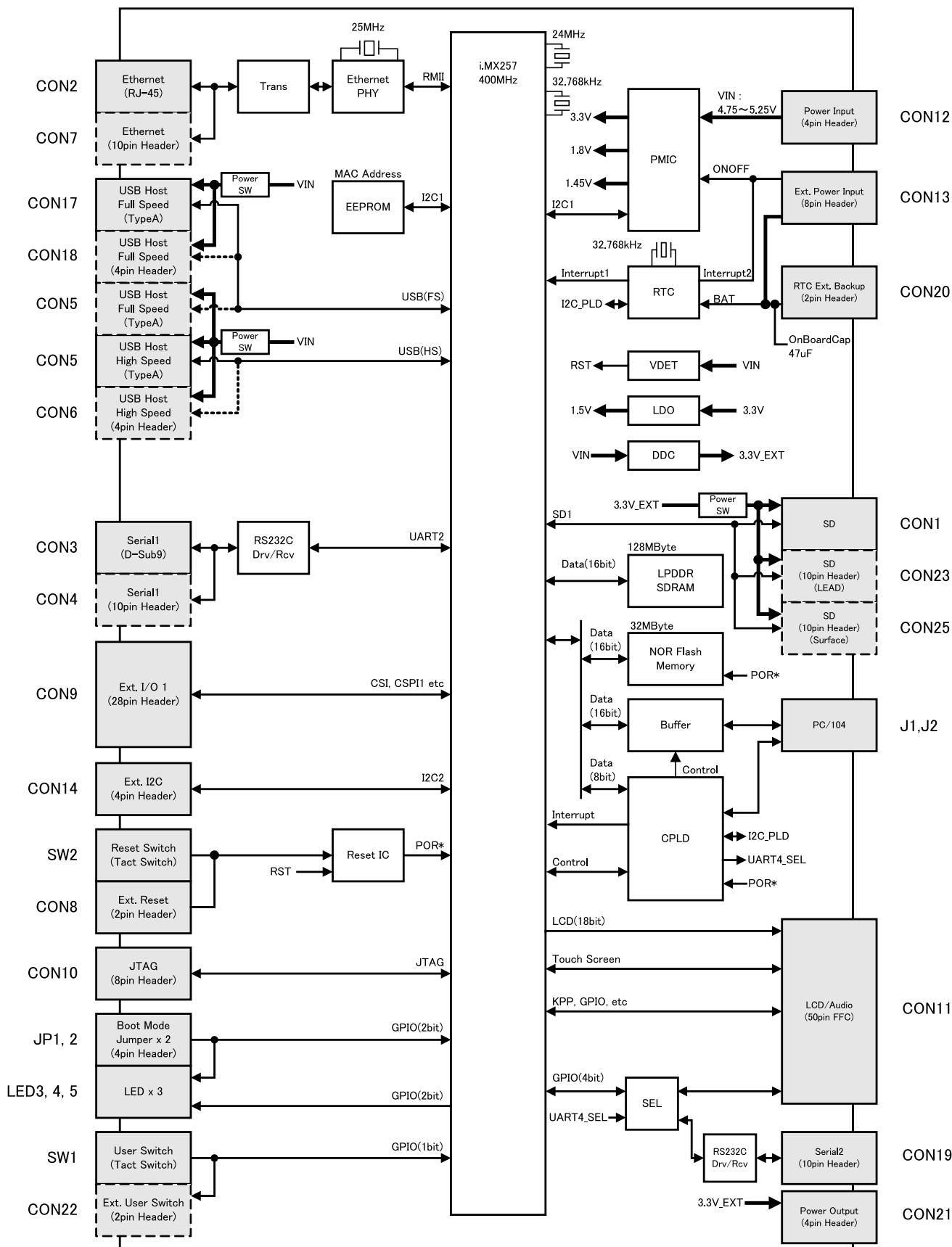


図 3.2 Armadillo-460 ブロック図

3.2. Armadillo-420 ベーシックモデル基本仕様

Armadillo-420 ベーシックモデルは、Armadillo-420 に Armadillo-400 シリーズ RTC オプションモジュールを接続したモデルです。RTC オプションモジュールの基本仕様を、「表 3.2. RTC オプションモジュール基本仕様」に示します。

表 3.2 RTC オプションモジュール基本仕様

	Armadillo-400 シリーズ RTC オプションモジュール
リアルタイムクロック	電源切断後も一定時間動作可能



リアルタイムクロックのバックアップ時間は、RTC オプションモジュールの型番によって異なります。また、外部バッテリーを接続することで長時間電源が切断されても時刻データを保持させることが可能です。詳細な仕様については「Armadillo-400 シリーズ ハードウェアマニュアル」をご参照ください。

Armadillo-420 ベーシックモデルの見取り図を「図 3.3. Armadillo-420 ベーシックモデル見取り図」に示します。また、標準イメージにおける、Linux カーネル起動後の拡張インターフェース(CON9 および CON14)の各ピンの状態を「表 3.3. Armadillo-420 ベーシックモデル拡張インターフェースデフォルト状態」に示します^[2]。各インターフェースの配置場所等を確認してください。

^[2]Linux カーネル起動以前の状態に関しては、「Armadillo-400 シリーズ ハードウェアマニュアル」をご参照ください。

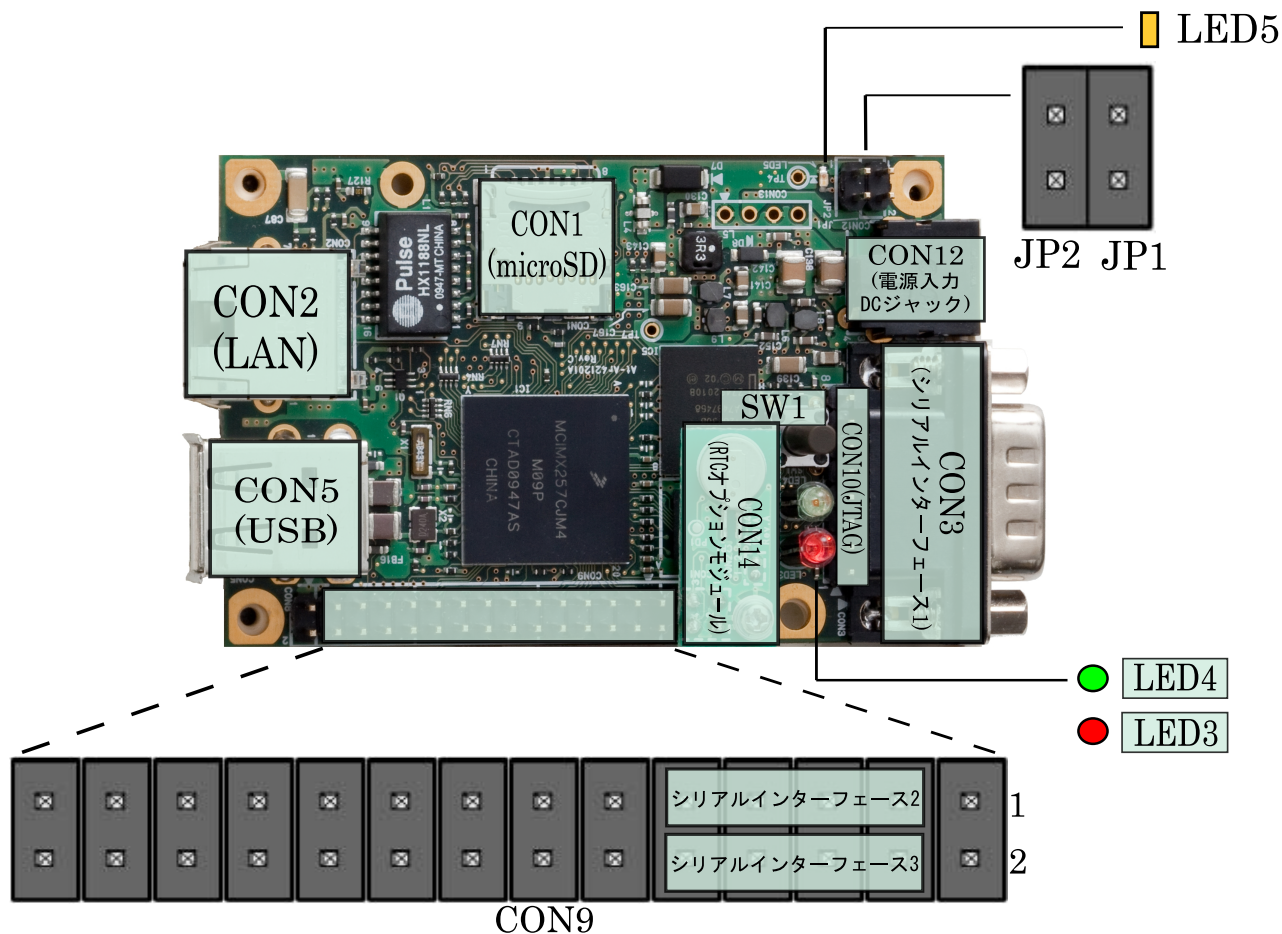


図 3.3 Armadillo-420 ベーシックモデル見取り図

表 3.3 Armadillo-420 ベーシックモデル拡張インターフェースデフォルト状態

ピン番号	機能	Input/Output	Open Drain	Pull/Keeper ^[1]	Slew Rate	Drive Strength
CON14 1 ^[2]	+3.3V_IO	Power	-	-	-	-
CON14 2	GND	Power	-	-	-	-
CON14 3	I2C2_SCL	Input/Output	Enabled	22kΩ PU ^[3]	Slow	Std.
CON14 4	I2C2_SDA	Input/Output	Enabled	22kΩ PU ^[3]	Slow	Std.
CON9 1	GPIO3_17	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 2	GPIO3_14	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 3	シリアルインターフェース2 UART3_RXD	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 4	シリアルインターフェース3 UART5_RXD	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 5	シリアルインターフェース2 UART3_TXD	Output	Disabled	Disabled	Slow	Std.
CON9 6	シリアルインターフェース3 UART5_TXD	Output	Disabled	Disabled	Slow	Std.
CON9 7	+3.3V_IO	Power	-	-	-	-

ピン番号	機能	Input/Output	Open Drain	Pull/Keeper ^[1]	Slew Rate	Drive Strength
CON9 8	+3.3V_IO	Power	-	-	-	-
CON9 9	GND	Power	-	-	-	-
CON9 10	GND	Power	-	-	-	-
CON9 11	GPIO1_17	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 12	GPIO1_29	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 13	GPIO1_18	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 14	GPIO1_30	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 15	GPIO1_7	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 16	GPIO1_31	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 17	GPIO4_21	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 18	GPIO1_6	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 19	GND	Power	-	-	-	-
CON9 20	+3.3V_IO	Power	-	-	-	-
CON9 21	GPIO1_8	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 22	GPIO1_9	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 23	GPIO1_10	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 24	GPIO1_11	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 25	GPIO1_16	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 26	GPIO2_22	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 27	GPIO2_21	Output Low	Disabled	Disabled	Fast	Std.
CON9 28	GPIO3_15	Output Low	Disabled	Disabled	Fast	Std.

^[1]PD=プルダウン、PU=プルアップ。

^[2]RTC オプションモジュールの CON1 1 ピンに接続。以下、CON14 4 まで、RTC オプションモジュールと接続されます。

^[3]RTC オプションモジュールで 1kΩ PU。



シリアルインターフェース 2 と 3 は +3.3V IO レベルとなっています。オプション^[3]の RS232C レベル変換アダプタを使用することで、RS232C レベルで使用することができます。

RS232C レベル変換アダプタは、シリアルインターフェース 2 に接続する場合は、RS232C レベル変換アダプタの 1 番ピン (黄色または緑に着色されたケーブル)と CON9 1 ピンが合うように、シリアルインターフェース 3 に接続する場合は、RS232C レベル変換アダプタの 1 番ピンと CON9 2 ピンが合うように接続してください。

3.3. Armadillo-420 WLAN モデル基本仕様


Armadillo-420 WLAN モデルは、Armadillo-420 に Armadillo-400 シリーズ WLAN オプションモジュールを接続したモデルです。WLAN オプションモジュールの基本仕様を、「表 3.4. WLAN オプションモジュール基本仕様」に示します。

表 3.4 WLAN オプションモジュール基本仕様

Armadillo-400 シリーズ WLAN オプションモジュール	
無線 LAN 規格	IEEE802.11b, IEEE802.11g, IEEE802.11i
送受信周波数	2400MHz ~ 2483.5MHz(ch1 ~ 13)

^[3]RS232C レベル変換アダプタはオプション品としてご購入いただけます。また、開発セットには付属しています。

Armadillo-400 シリーズ WLAN オプションモジュール	
アクセス方式	CSMA/CA
アクセスモード	インフラストラクチャ/アドホック
セキュリティ方式	64bit/128bit WEP, TKIP, AES
リアルタイムクロック	電源切断後も一定時間動作可能



リアルタイムクロックは、外部バッテリーを接続することで長時間電源が切断されても時刻データを保持させることが可能です。詳細な仕様については「Armadillo-400 シリーズ ハードウェアマニュアル」をご参照ください。

Armadillo-420 WLAN モデルの見取り図を「図 3.4. Armadillo-420 WLAN モデル見取り図」に示します。また、標準イメージにおける、Linux カーネル起動後の拡張インターフェース(CON9 および CON14)の各ピンの状態を「表 3.5. Armadillo-420 WLAN モデル拡張インターフェースデフォルト状態」に示します^[4]。各インターフェースの配置場所等を確認してください。

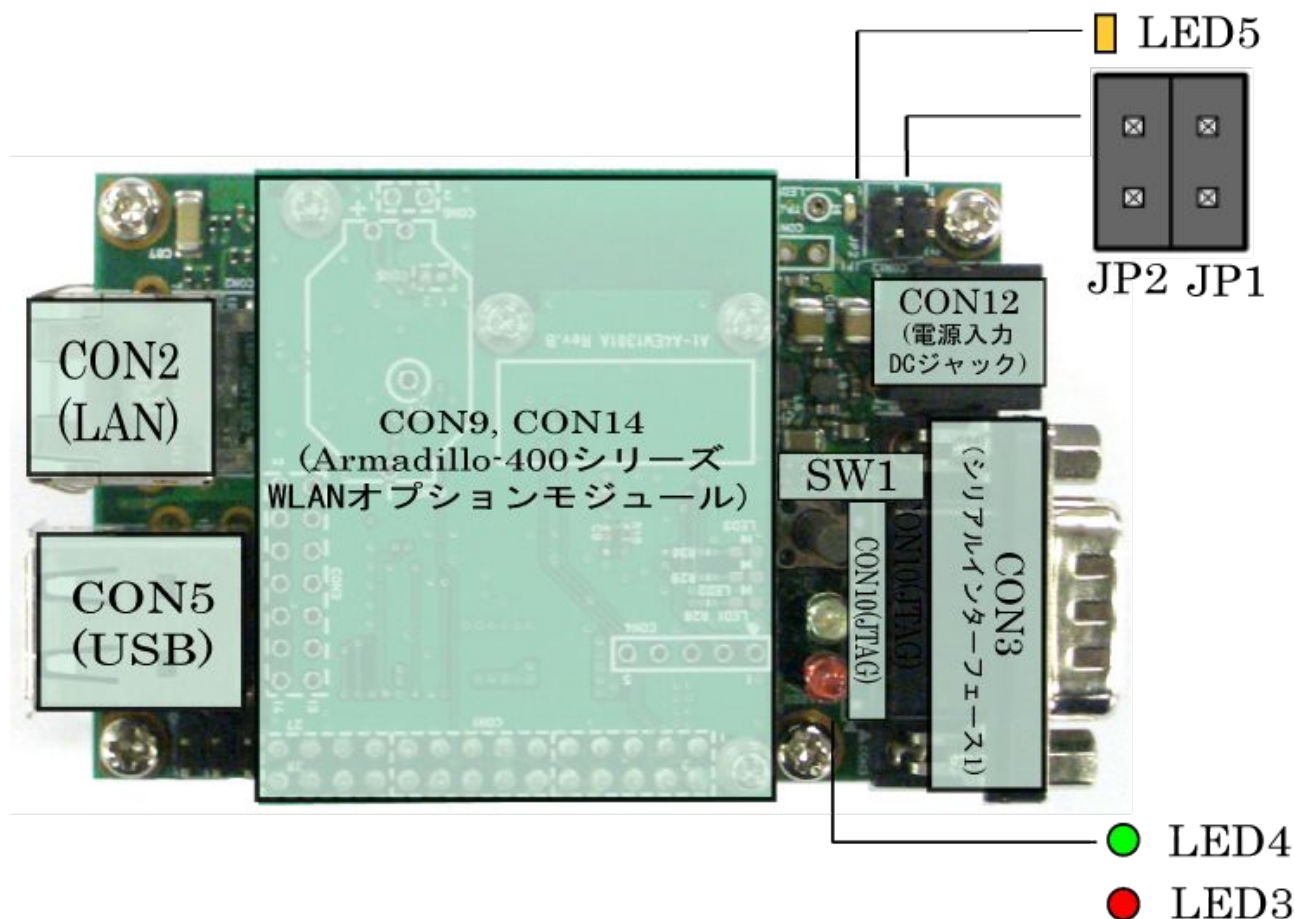


図 3.4 Armadillo-420 WLAN モデル見取り図

^[4]Linux カーネル起動以前の状態に関しては、「Armadillo-400 シリーズ ハードウェアマニュアル」をご参照ください。

表 3.5 Armadillo-420 WLAN モデル拡張インターフェースデフォルト状態

ピン番号	機能	Input/ Output	Open Drain	Pull/ Keeper ^[1]	Slew Rate	Drive Strength
CON14 1 ^[2]	+3.3V_IO	Power	-	-	-	-
CON14 2	GND	Power	-	-	-	-
CON14 3	I2C2_SCL	Input/ Output	Enabled	22kΩ PU ^[3]	Slow	Std.
CON14 4	I2C2_SDA	Input/ Output	Enabled	22kΩ PU ^[3]	Slow	Std.
CON9 1	SDHC2_PWREN(GPIO3_17)	Output	Disabled	100kΩ PU ^[4]	Slow	Std.
CON9 2	RTC_INT1(GPIO3_14)	Input	Disabled	22kΩ PU	Slow	Std.
CON9 3	GPIO1_14 ^[5]	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 4	シリアルインターフェース 3 UART5_RXD	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 5	GPIO1_15 ^[5]	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 6	シリアルインターフェース 3 UART5_TXD	Output	Disabled	Disabled	Slow	Std.
CON9 7	+3.3V_IO	Power	-	-	-	-
CON9 8	+3.3V_IO	Power	-	-	-	-
CON9 9	GND	Power	-	-	-	-
CON9 10	GND	Power	-	-	-	-
CON9 11	GPIO1_17 ^[5]	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 12	GPIO1_29 ^[5]	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	High
CON9 13	GPIO1_18 ^[5]	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 14	GPIO1_30 ^[5]	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	High
CON9 15	SDHC2_WP(GPIO1_7)	Input	Disabled	100kΩ PU ^[6]	Slow	High
CON9 16	SDHC2_CMD	Input/ Output	Disabled	Disabled ^[7]	Fast	High
CON9 17	SDHC2_CD(GPIO4_21)	Input	Disabled	100kΩ PU ^[6]	Slow	High
CON9 18	SDHC2_CLK	Output	Disabled	Disabled	Fast	High
CON9 19	GND	Power	-	-	-	-
CON9 20	+3.3V_IO	Power	-	-	-	-
CON9 21	SDHC2_DATA0	Input/ Output	Disabled	Disabled ^[7]	Fast	High
CON9 22	SDHC2_DATA1	Input/ Output	Disabled	Disabled ^[7]	Fast	High
CON9 23	SDHC2_DATA2	Input/ Output	Disabled	Disabled ^[7]	Fast	High
CON9 24	SDHC2_DATA3	Input/ Output	Disabled	Disabled ^[7]	Fast	High
CON9 25	GPIO1_16	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 26	GPIO2_22	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 27	GPIO2_21	Output Low	Disabled	Disabled	Fast	Std.
CON9 28	GPIO3_15	Output Low	Disabled	Disabled	Fast	Std.

^[1]PD=プルダウン、PU=プルアップ

^[2]WLAN オプションモジュールの CON1 1 ピンに接続。以下、CON9 24 まで、WLAN オプションモジュールと接続されます。

^[3]WLAN オプションモジュールで 1kΩ PU。

^[4]WLAN オプションモジュールで 1kΩ PD。

^[5]WLAN オプションモジュールでは未使用。

^[6]WLAN オプションモジュールで 10kΩ PD。

^[7]WLAN オプションモジュールで 47kΩ PU。



CON9 2 ピンは linux-2.6.26-at12 (linux-a400-wlan-1.05.bin.gz) では RTC アラーム割り込みに非対応であったため、デフォルトで GPIO として使用していました。linux-2.6.26-at13 (linux-a400-wlan-1.06.bin.gz) 以降では、デフォルトの設定で RTC INT として使用するよう変更されました。CON9 2 ピンをご利用になる際は、デフォルトの設定が変更されているためご注意ください。

3.4. Armadillo-440 液晶モデル基本仕様

Armadillo-440 液晶モデルは、Armadillo-440 に Armadillo-400 シリーズ LCD 拡張ボードを接続したモデルです。拡張ボードの基本仕様を、「表 3.6. 拡張ボード基本仕様」に示します。

表 3.6 拡張ボード基本仕様

	Armadillo-400 シリーズ LCD 拡張ボード
オーディオ	Playback(ステレオ) / Capture(モノラル)
LCD	解像度 480 × 272 ピクセル RGB 565 カラー
タッチスクリーン	4 線抵抗膜式
リアルタイムクロック	電源切断後も一定時間動作可能
ボタン	タクトスイッチ×3



リアルタイムクロックのバックアップ時間は、LCD 拡張ボードの製品リビジョンによって異なります。また、外部バッテリーを接続することで長時間電源が切断されても時刻データを保持させることが可能です。詳細な仕様については「Armadillo-400 シリーズ ハードウェアマニュアル」をご参照ください。

Armadillo-440 液晶モデルの見取り図を「図 3.5. Armadillo-440 液晶モデル見取り図」に示します。また、標準イメージにおける、Linux カーネル起動後の拡張インターフェース(CON9、CON11 および CON14)の各ピンの状態を「表 3.7. Armadillo-440 液晶モデル拡張インターフェースデフォルト状態」に示します^[5]。各インターフェースの配置場所等を確認してください。

^[5]Linux カーネル起動以前の状態に関しては、「Armadillo-400 シリーズ ハードウェアマニュアル」をご参照ください。



図 3.5 Armadillo-440 液晶モデル見取り図

表 3.7 Armadillo-440 液晶モデル拡張インターフェースデフォルト状態

ピン番号	機能	Input/Output	Open Drain	Pull/Keeper ^[1]	Slew Rate	Drive Strength
CON14 1	+3.3V_IO	Power	-	-	-	-
CON14 2	GND	Power	-	-	-	-
CON14 3	I2C2_SCL	Input/Output	Enabled	22kΩ PU	Slow	Std.
CON14 4	I2C2_SDA	Input/Output	Enabled	22kΩ PU	Slow	Std.
CON9 1	GPIO3_17	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 2	GPIO3_14	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 3	シリアルインターフェース 2 UART3_RXD	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 4	シリアルインターフェース 3 UART5_RXD	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 5	シリアルインターフェース 2 UART3_TXD	Output	Disabled	Disabled	Slow	Std.
CON9 6	シリアルインターフェース 3 UART5_TXD	Output	Disabled	Disabled	Slow	Std.
CON9 7	+3.3V_IO	Power	-	-	-	-
CON9 8	+3.3V_IO	Power	-	-	-	-
CON9 9	GND	Power	-	-	-	-
CON9 10	GND	Power	-	-	-	-
CON9 11	GPIO1_17	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 12	GPIO1_29	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 13	GPIO1_18	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 14	GPIO1_30	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 15	GPIO1_7	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 16	GPIO1_31	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 17	GPIO4_21	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 18	GPIO1_6	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 19	GND	Power	-	-	-	-
CON9 20	+3.3V_IO	Power	-	-	-	-
CON9 21	GPIO1_8	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 22	GPIO1_9	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 23	GPIO1_10	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 24	GPIO1_11	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 25	GPIO1_16	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 26	GPIO2_22	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 27	GPIO2_21	Output Low	Disabled	Disabled	Fast	Std.
CON9 28	GPIO3_15	Output Low	Disabled	Disabled	Fast	Std.
CON11 1 ^[2]	VIN	Power	-	-	-	-
CON11 2	VIN	Power	-	-	-	-
CON11 3	VIN	Power	-	-	-	-
CON11 4	+3.3V_IO	Power	-	-	-	-
CON11 5	+3.3V_IO	Power	-	-	-	-
CON11 6	GND	Power	-	-	-	-
CON11 7	GND	Power	-	-	-	-
CON11 8	LCDC_LSCLK ^[3]	Output	Disabled	Disabled ^[3]	Fast	Std.
CON11 9	LCDC_HSYNC	Output	Disabled	Disabled ^[3]	Slow	Std.
CON11 10	LCDC_VSYNC	Output	Disabled	Disabled ^[3]	Slow	Std.
CON11 11	LCDC_OE_ACD	Output	Disabled	Disabled ^[3]	Slow	Std.
CON11 12	PWM1_PWMO	Output	Disabled	100kΩ PU ^[3] ^[4]	Slow	Std.

ピン番号	機能	Input/ Output	Open Drain	Pull/ Keeper ^[1]	Slew Rate	Drive Strength
CON11 13	LCDC_LD0	Output	Disabled	Disabled ^[3]	Slow	Std.
CON11 14	LCDC_LD1	Output	Disabled	Disabled ^[3]	Slow	Std.
CON11 15	LCDC_LD2	Output	Disabled	Disabled ^[3]	Slow	Std.
CON11 16	LCDC_LD3	Output	Disabled	Disabled ^[3]	Slow	Std.
CON11 17	LCDC_LD4	Output	Disabled	Disabled ^[3]	Slow	Std.
CON11 18	LCDC_LD5	Output	Disabled	Disabled ^[3]	Slow	Std.
CON11 19	GND	Power	-	-	-	-
CON11 20	LCDC_LD6	Output	Disabled	Disabled ^[5]	Slow	Std.
CON11 21	LCDC_LD7	Output	Disabled	Disabled ^[3]	Slow	Std.
CON11 22	LCDC_LD8	Output	Disabled	Disabled ^[3]	Slow	Std.
CON11 23	LCDC_LD9	Output	Disabled	Disabled ^[3]	Slow	Std.
CON11 24	LCDC_LD10	Output	Disabled	Disabled ^[3]	Slow	Std.
CON11 25	LCDC_LD11	Output	Disabled	Disabled ^[3]	Slow	Std.
CON11 26	GND	Power	-	-	-	-
CON11 27	LCDC_LD12	Output	Disabled	Disabled ^[3]	Slow	Std.
CON11 28	LCDC_LD13	Output	Disabled	Disabled ^[3]	Slow	Std.
CON11 29	LCDC_LD14	Output	Disabled	Disabled ^[5]	Slow	Std.
CON11 30	LCDC_LD15	Output	Disabled	Disabled ^[5]	Slow	Std.
CON11 31	LCDC_LD16	Output	Disabled	Disabled	Slow	Std.
CON11 32	LCDC_LD17	Output	Disabled	Disabled	Slow	Std.
CON11 33	GND	Power	-	-	-	-
CON11 34	ADC_XP	Analog Input	-	-	-	-
CON11 35	ADC_XN	Analog Input	-	-	-	-
CON11 36	ADC_YP	Analog Input	-	-	-	-
CON11 37	ADC_YN	Analog Input	-	-	-	-
CON11 38	GND	Power	-	-	-	-
CON11 39	LCD_SW1(GPIO2_20)	Input	Disabled	47kΩ PU	Slow	Std.
CON11 40	LCD_SW2(GPIO2_29)	Input	Disabled	47kΩ PU	Slow	Std.
CON11 41	LCD_SW3(GPIO2_30)	Input	Disabled	47kΩ PU	Slow	Std.
CON11 42	AUD5_RXC	Output	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON11 43	AUD5_RXFS ^[6]	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON11 44	AUD5_TXD	Output	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON11 45	AUD5_RXD	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON11 46	AUD5_TXC	Output	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON11 47	AUD5_TXFS	Output	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON11 48	I2C3_SCL	Input/ Output	Enabled	22kΩ PU ^[4]	Slow	Std.
CON11 49	I2C3_SDA	Input/ Output	Enabled	22kΩ PU ^[4]	Slow	Std.
CON11 50	GND	Power	-	-	-	-

^[1]PD=プルダウン、PU=プルアップ。

^[2]LCD 拡張ボードの CON1 50 に接続。以下、CON11 50 まで LCD 拡張ボードと接続されます。

^[3]Armadillo-440 基板上で 47kΩ PD。

^[4]LCD 拡張ボード上で 1kΩ PU。

^[5]Armadillo-440 基板上で 47kΩ PU。

^[6]LCD 拡張ボードでは未使用。



シリアルインターフェース 2 と 3 は +3.3V IO レベルとなっています。オプション^[6]の RS232C レベル変換アダプタを使用することで、RS232C レベルで使用することができます。

RS232C レベル変換アダプタは、シリアルインターフェース 2 に接続する場合は、RS232C レベル変換アダプタの 1 番ピン (黄色または緑に着色されたケーブル) と CON9 1 ピンが合うように、シリアルインターフェース 3 に接続する場合は、RS232C レベル変換アダプタの 1 番ピンと CON9 2 ピンが合うように接続してください。



CON14 3 と CON14 4 ピンは linux-2.6.26-at7 (linux-a400-1.00.bin.gz) では デフォルトで GPIO として使用していました。linux-2.6.26-at8 (linux-a400-1.01.bin.gz) 以降では、デフォルトの設定で I2C2 として使用するよう変更されました。CON14 3 と CON14 4 ピンをご利用になる際は、デフォルトの設定が変更されているためご注意ください。

3.5. Armadillo-460 ベーシックモデル基本仕様

Armadillo-460 ベーシックモデルは、Armadillo-460 の単体モデルです。

Armadillo-460 ベーシックモデルの見取り図を「図 3.6. Armadillo-460 ベーシックモデル見取り図」に示します。また、標準イメージにおける、Linux カーネル起動後の拡張インターフェース (CON9、CON11 および CON14) の各ピンの状態を「表 3.8. Armadillo-460 ベーシックモデル拡張インターフェースデフォルト状態」に示します^[7]。各インターフェースの配置場所等を確認してください。なお、標準イメージでは、拡張バスインターフェース (J1 及び J2) は PC/104 拡張バス互換モードとなります。PC/104 拡張バス互換モード時の拡張バスインターフェースの信号配列は、「Armadillo-400 シリーズハードウェアマニュアル」をご参照ください。

^[6]RS232C レベル変換アダプタはオプション品としてご購入いただけます。また、開発セットには付属しています。

^[7]Linux カーネル起動以前の状態に関しては、「Armadillo-400 シリーズハードウェアマニュアル」をご参照ください。

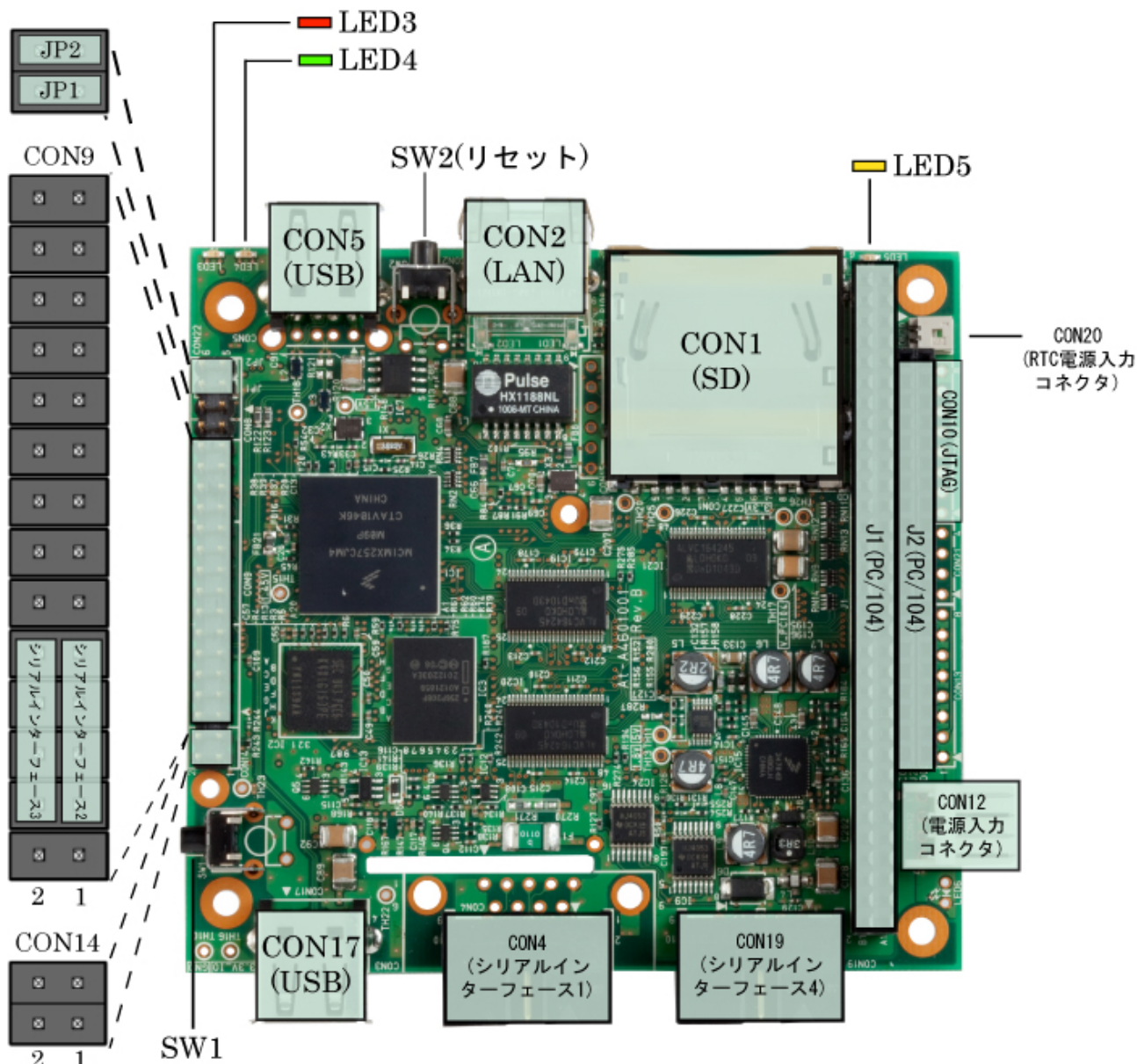


図 3.6 Armadillo-460 ベーシックモデル見取り図

表 3.8 Armadillo-460 ベーシックモデル拡張インターフェースデフォルト状態

ピン番号	機能	Input/Output	Open Drain	Pull/ Keeper ^[1]	Slew Rate	Drive Strength
CON14 1	+3.3V_IO	Power	-	-	-	-
CON14 2	GND	Power	-	-	-	-
CON14 3	I2C2_SCL	Input/Output	Enabled	22kΩ PU	Slow	Std.
CON14 4	I2C2_SDA	Input/Output	Enabled	22kΩ PU	Slow	Std.
CON9 1	GPIO3_17	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 2	GPIO3_14	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.

ピン番号	機能	Input/ Output	Open Drain	Pull/ Keeper ^[1]	Slew Rate	Drive Strength
CON9 3	シリアルインターフェース 2 UART3_RXD	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 4	シリアルインターフェース 3 UART5_RXD	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 5	シリアルインターフェース 2 UART3_TXD	Output	Disabled	Disabled	Slow	Std.
CON9 6	シリアルインターフェース 3 UART5_TXD	Output	Disabled	Disabled	Slow	Std.
CON9 7	+3.3V_IO	Power	-	-	-	-
CON9 8	+3.3V_IO	Power	-	-	-	-
CON9 9	GND	Power	-	-	-	-
CON9 10	GND	Power	-	-	-	-
CON9 11	GPIO1_17	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 12	GPIO1_29	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 13	GPIO1_18	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 14	GPIO1_30	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 15	GPIO1_7	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 16	GPIO1_31	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 17	GPIO4_21	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 18	GPIO1_6	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 19	GND	Power	-	-	-	-
CON9 20	+3.3V_IO	Power	-	-	-	-
CON9 21	GPIO1_8	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 22	GPIO1_9	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 23	GPIO1_10	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 24	GPIO1_11	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 25	GPIO1_16	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 26	GPIO2_22	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON9 27	GPIO2_21	Output Low	Disabled	Disabled	Fast	Std.
CON9 28	GPIO3_15	Output Low	Disabled	Disabled	Fast	Std.
CON11 1	VIN	Power	-	-	-	-
CON11 2	VIN	Power	-	-	-	-
CON11 3	VIN	Power	-	-	-	-
CON11 4	+3.3V_IO	Power	-	-	-	-
CON11 5	+3.3V_IO	Power	-	-	-	-
CON11 6	GND	Power	-	-	-	-
CON11 7	GND	Power	-	-	-	-
CON11 8	LCDC_LSCLK	Output	Disabled	Disabled	Fast	Std.
CON11 9	LCDC_HSYNC	Output	Disabled	Disabled	Slow	Std.
CON11 10	LCDC_VSYNC	Output	Disabled	Disabled	Slow	Std.
CON11 11	LCDC_OE_ACD	Output	Disabled	Disabled	Slow	Std.
CON11 12	PWM1_PWMO	Output	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON11 13	LCDC_LD0	Output	Disabled	Disabled	Slow	Std.
CON11 14	LCDC_LD1	Output	Disabled	Disabled	Slow	Std.
CON11 15	LCDC_LD2	Output	Disabled	Disabled	Slow	Std.
CON11 16	LCDC_LD3	Output	Disabled	Disabled	Slow	Std.
CON11 17	LCDC_LD4	Output	Disabled	Disabled	Slow	Std.
CON11 18	LCDC_LD5	Output	Disabled	Disabled	Slow	Std.
CON11 19	GND	Power	-	-	-	-
CON11 20	LCDC_LD6	Output	Disabled	Disabled ^[2]	Slow	Std.
CON11 21	LCDC_LD7	Output	Disabled	Disabled	Slow	Std.
CON11 22	LCDC_LD8	Output	Disabled	Disabled	Slow	Std.

ピン番号	機能	Input/Output	Open Drain	Pull/ Keeper ^[1]	Slew Rate	Drive Strength
CON11 23	LCDC_LD9	Output	Disabled	Disabled	Slow	Std.
CON11 24	LCDC_LD10	Output	Disabled	Disabled	Slow	Std.
CON11 25	LCDC_LD11	Output	Disabled	Disabled	Slow	Std.
CON11 26	GND	Power	-	-	-	-
CON11 27	LCDC_LD12	Output	Disabled	Disabled	Slow	Std.
CON11 28	LCDC_LD13	Output	Disabled	Disabled	Slow	Std.
CON11 29	LCDC_LD14	Output	Disabled	Disabled ^[2]	Slow	Std.
CON11 30	LCDC_LD15	Output	Disabled	Disabled ^[2]	Slow	Std.
CON11 31	LCDC_LD16	Output	Disabled	Disabled	Slow	Std.
CON11 32	LCDC_LD17	Output	Disabled	Disabled	Slow	Std.
CON11 33	GND	Power	-	-	-	-
CON11 34	ADC_XP	Analog Input	-	-	-	-
CON11 35	ADC_XN	Analog Input	-	-	-	-
CON11 36	ADC_YP	Analog Input	-	-	-	-
CON11 37	ADC_YN	Analog Input	-	-	-	-
CON11 38	GND	Power	-	-	-	-
CON11 39	LCD_SW1(GPIO2_20)	Input	Disabled	47kΩ PU	Slow	Std.
CON11 40	LCD_SW2(GPIO2_29)	Input	Disabled	47kΩ PU	Slow	Std.
CON11 41	LCD_SW3(GPIO2_30)	Input	Disabled	47kΩ PU	Slow	Std.
CON11 42	GPIO2_31	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON11 43	GPIO3_0	Input	Disabled	100kΩ PU	Slow	Std.
CON11 44	N.C. ^[3]	-	-	-	-	-
CON11 45	N.C. ^[4]	-	-	-	-	-
CON11 46	N.C. ^[5]	-	-	-	-	-
CON11 47	N.C. ^[6]	-	-	-	-	-
CON11 48	I2C3_SCL	Input/Output	Enabled	22kΩ PU	Slow	Std.
CON11 49	I2C3_SDA	Input/Output	Enabled	22kΩ PU	Slow	Std.
CON11 50	GND	Power	-	-	-	-

^[1]PD=プルダウン、PU=プルアップ。

^[2]Armadillo-440 基板上で 47kΩ PU。

^[3]CPLD レジスタの Ext I/F Control Register を変更することで、i.MX257 の AUD5_TXD/UART4_RXD に接続可能。

^[4]CPLD レジスタの Ext I/F Control Register を変更することで、i.MX257 の AUD5_RXD/UART4_TXD に接続可能。

^[5]CPLD レジスタの Ext I/F Control Register を変更することで、i.MX257 の AUD5_TXC/UART4_RTS に接続可能。

^[6]CPLD レジスタの Ext I/F Control Register を変更することで、i.MX257 の AUD5_TXFS/UART4_CTS に接続可能。



シリアルインターフェース 2 と 3 は +3.3V IO レベルとなっています。オプション^[8]の RS232C レベル変換アダプタを使用することで、RS232C レベルで使用することができます。

RS232C レベル変換アダプタは、シリアルインターフェース 2 に接続する場合は、RS232C レベル変換アダプタの 1 番ピン (黄色または緑に着色されたケーブル)と CON9 1 ピンが合うように、シリアルインターフェー

^[8]RS232C レベル変換アダプタはオプション品としてご購入いただけます。また、開発セットには付属しています。

ス 3 に接続する場合は、RS232C レベル変換アダプタの 1 番ピンと CON9 2 ピンが合うように接続してください。

3.6. メモリマップ

Armadillo-400 シリーズは、標準で「表 3.9. Armadillo-420 フラッシュメモリ メモリマップ」、「表 3.10. Armadillo-440/460 フラッシュメモリ メモリマップ」に示すようにフラッシュメモリを分割して使用します。

表 3.9 Armadillo-420 フラッシュメモリ メモリマップ

物理アドレス	リージョン名	サイズ	説明
0xa0000000 0xa001ffff	bootloader	128KB	ブートローダーイメージを格納します
0xa0020000 0xa021ffff	kernel	2MB	カーネルイメージを格納します
0xa0220000 0xa0fdffff	userland	13.75MB	ユーザーランドイメージを格納します
0xa0fe0000 0xa0ffffff	config	128KB	設定情報を保存します

表 3.10 Armadillo-440/460 フラッシュメモリ メモリマップ

物理アドレス	リージョン名	サイズ	説明
0xa0000000 0xa001ffff	bootloader	128KB	ブートローダーイメージを格納します
0xa0020000 0xa021ffff	kernel	2MB	カーネルイメージを格納します
0xa0220000 0xa1fdffff	userland	29.75MB	ユーザーランドイメージを格納します
0xa1fe0000 0xa1ffffff	config	128KB	設定情報を保存します

3.7. ソフトウェア構成

Armadillo-400 シリーズでは、以下のソフトウェアによって動作します。

3.7.1. ブートローダー

ブートローダーは、電源投入後に最初に動作するソフトウェアです。Armadillo-400 シリーズでは Hermit-At ブートローダー (以降、単に Hermit-At と記述します) を使用します。

Hermit-At にはオートブートモードと保守モードの 2 つの動作モードがあります。オートブートモードでは、あらかじめ指定された場所からカーネルイメージを RAM 上にロードし、カーネルをブートします。保守モードでは、フラッシュメモリの更新、ブートオプションの設定などを行います。詳しくは、付録 A Hermit-At ブートローダーを参照してください。

ブートローダーは、必ずフラッシュメモリのブートローダーリージョンに書き込まれている必要があります。

3.7.2. カーネル

Armadillo-400 シリーズでは、標準のカーネルとして Linux 2.6 系を使用します。

標準ではカーネルイメージはフラッシュメモリのカーネルリージョンに配置されます。カーネルイメージは、Hermit-At のブートオプションを変更することで、ストレージ(microSD/SD)または TFTP サーバー上にも配置することができます。

3.7.3. ユーザーランド

Armadillo-400 シリーズでは、標準のユーザーランドのルートファイルシステムは Atmark-Dist と呼ばれるソースコードベースのディストリビューションから作成した initrd^[9] イメージを使用します。

また、標準ユーザーランドの他に、オプションとして Debian GNU/Linux ベースのユーザーランドも提供しています。

標準では initrd イメージはフラッシュメモリのユーザーランドリージョンに配置され、Hermit-At によって RAM disk に展開されます。initrd イメージは、Hermit-At のブートオプションを変更することで、TFTP サーバー上にも配置することができます。

ルートファイルシステムは、カーネルパラメータを設定することで、RAM disk 以外にストレージ(microSD/SD/USB) または NFS サーバー^[10]上に配置することもできます。

カーネルとユーザーランドをフラッシュメモリ以外に配置する方法については、「8. カーネル/ユーザーランドの配置」で詳しく説明します。

3.7.4. ダウンローダー

Armadillo の内蔵フラッシュメモリを書き換えるために、作業用 PC で動作するアプリケーションです。

Linux PC 上で動作するダウンローダーには Hermit-At ダウンローダーと Shoehorn-At があります。Hermit-At ダウンローダーは、ターゲットとなる Armadillo と協調動作を行い、Armadillo の内蔵フラッシュメモリを書き換えることができます。Shoehorn-At は、ブートローダーの復旧に使用します。

Windows PC 上で動作するダウンローダーは、Hermit-At Win32 と呼びます。Hermit-At Win32 は、ターゲットとなる Armadillo の内蔵フラッシュメモリを書き換える機能と、ブートローダーを復旧するための機能を両方有しています。

3.8. ブートモード

Armadillo-400 シリーズは、JP1 の設定によってオンボードフラッシュメモリブートモードと、UART ブートモードを選択することができます。

オンボードフラッシュメモリブートモードでは、フラッシュメモリのブートローダーリージョンに配置されたブートローダーが起動されます。

標準のブートローダーである Hermit-At では、JP2 の設定によって自動でカーネルをブートするオートブートモードか、各種設定を行うための保守モードを選択することができます。

^[9]initial RAM disk。一般的な Linux システムでは、initrd は HDD などにあるルートファイルシステムをマウントする前に一時的に使用する「ミニ」ルートファイルシステムとして使用されます。Armadillo-400 シリーズでは、initrd をそのままルートファイルシステムとして使用します。

^[10]カーネルで NFS サポートを有効にした場合

なお、JP2 の設定によってオートブートモードが選択されている場合でも、起動時に SW1 が押下されている時は Hermit-At のオートブートキャンセル機能により保守モードで起動します。

UART ブートモードは、フラッシュメモリのブートローダーが壊れた場合など、システム復旧のために使用します。詳しくは、「6.6. ブートローダーを出荷状態に戻す」を参照してください。

Armadillo-400 シリーズの各ジャンパ設定でのブートモードを「表 3.11. ジャンパの設定」に示します。

表 3.11 ジャンパの設定

JP1	JP2	ブートモード
オープン	オープン	オンボードフラッシュメモリブート/オートブートモード
オープン	ショート	オンボードフラッシュメモリブート/保守モード
ショート	-	UART ブートモード



ジャンパのオープン、ショートとは



「オープン」とはジャンパピンにジャンパソケットを接続していない状態です。



「ショート」とはジャンパピンにジャンパソケットを接続している状態です。

4. 作業の前に

4.1. 準備するもの

Armadillo-400 シリーズを使用した組み込みシステム開発には、以下の機材を準備する必要があります。

作業用 PC	Debian GNU/Linux もしくは Windows が動作し、1 ポート以上のシリアルインターフェースを持つ PC です。
シリアルクロスケーブル	Armadillo と作業用 PC を接続するための、D-Sub9 ピン（メス - メス）のクロス接続用ケーブルがです。
シリアル通信ソフトウェア	Linux では「minicom」、Windows では「Tera Term Pro」などです。Armadillo を制御するために使用します。作業用 PC にインストールしてください。

また、以下の機材があれば、より効率的に開発を進めることができます。

LAN ケーブル	Armadillo と LAN を経由した通信を行う場合に必要となります。作業用 PC と Armadillo は、スイッチングハブを介して接続してください ^[1] 。
----------	---

4.2. 接続方法

「[図 4.1. Armadillo-420 ベーシックモデル接続例](#)」、「[図 4.2. Armadillo-420 WLAN モデル接続例](#)」、「[図 4.3. Armadillo-440 液晶モデル接続例](#)」または「[図 4.4. Armadillo-460 ベーシックモデル接続例](#)」に示す接続例を参考に、Armadillo と作業用 PC および周辺機器を接続してください。

^[1]Armadillo-400 シリーズは Auto MDIX に対応しているため、作業用 PC と LAN ケーブルで直接接続することもできます。

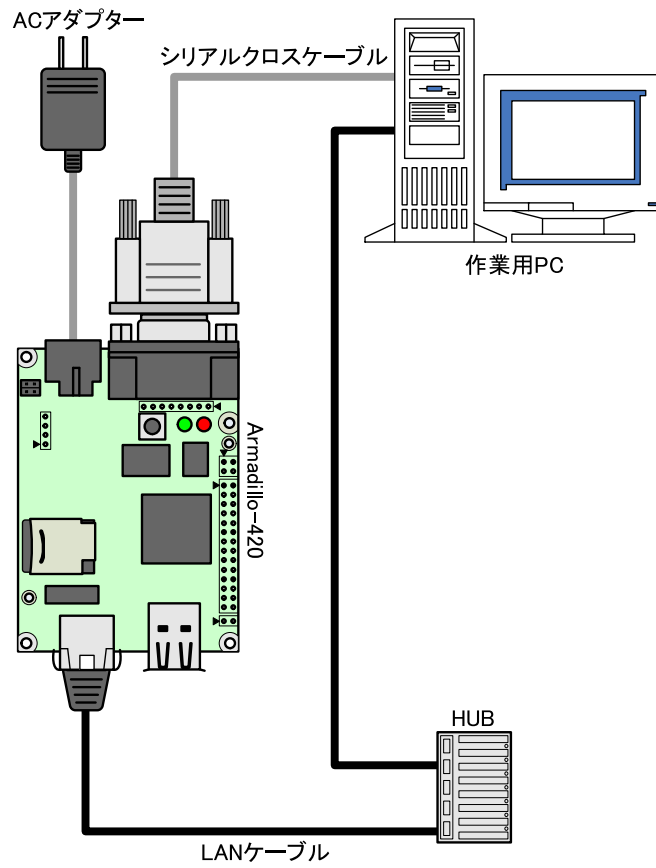


図 4.1 Armadillo-420 ベーシックモデル接続例

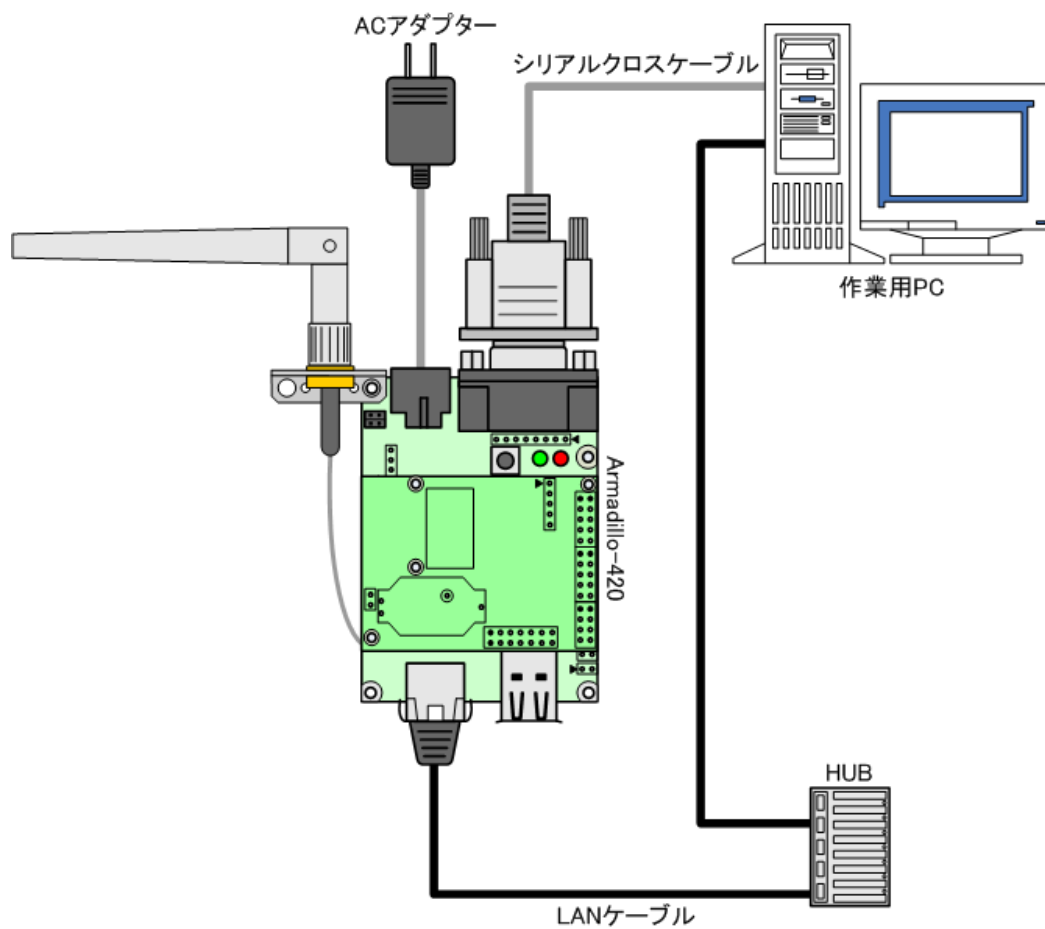


図 4.2 Armadillo-420 WLAN モデル接続例

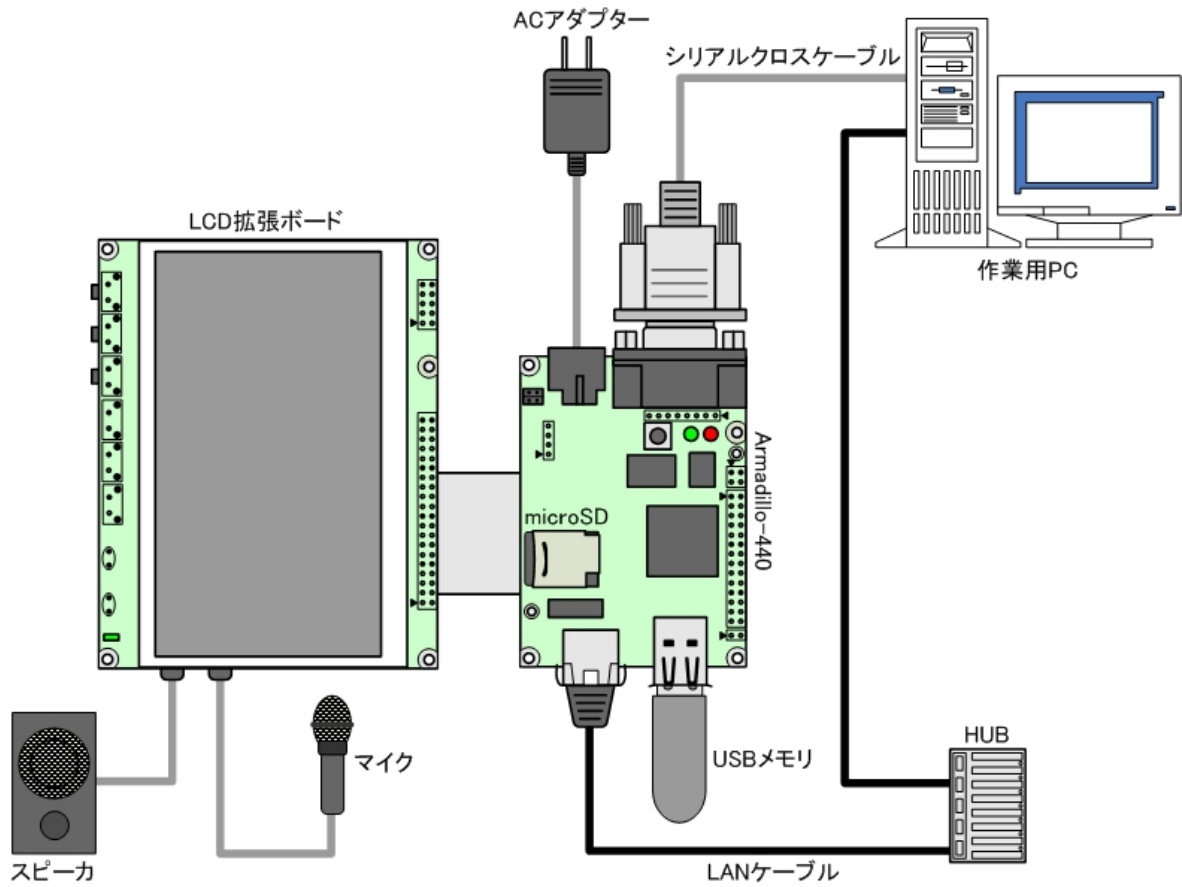


図 4.3 Armadillo-440 液晶モデル接続例

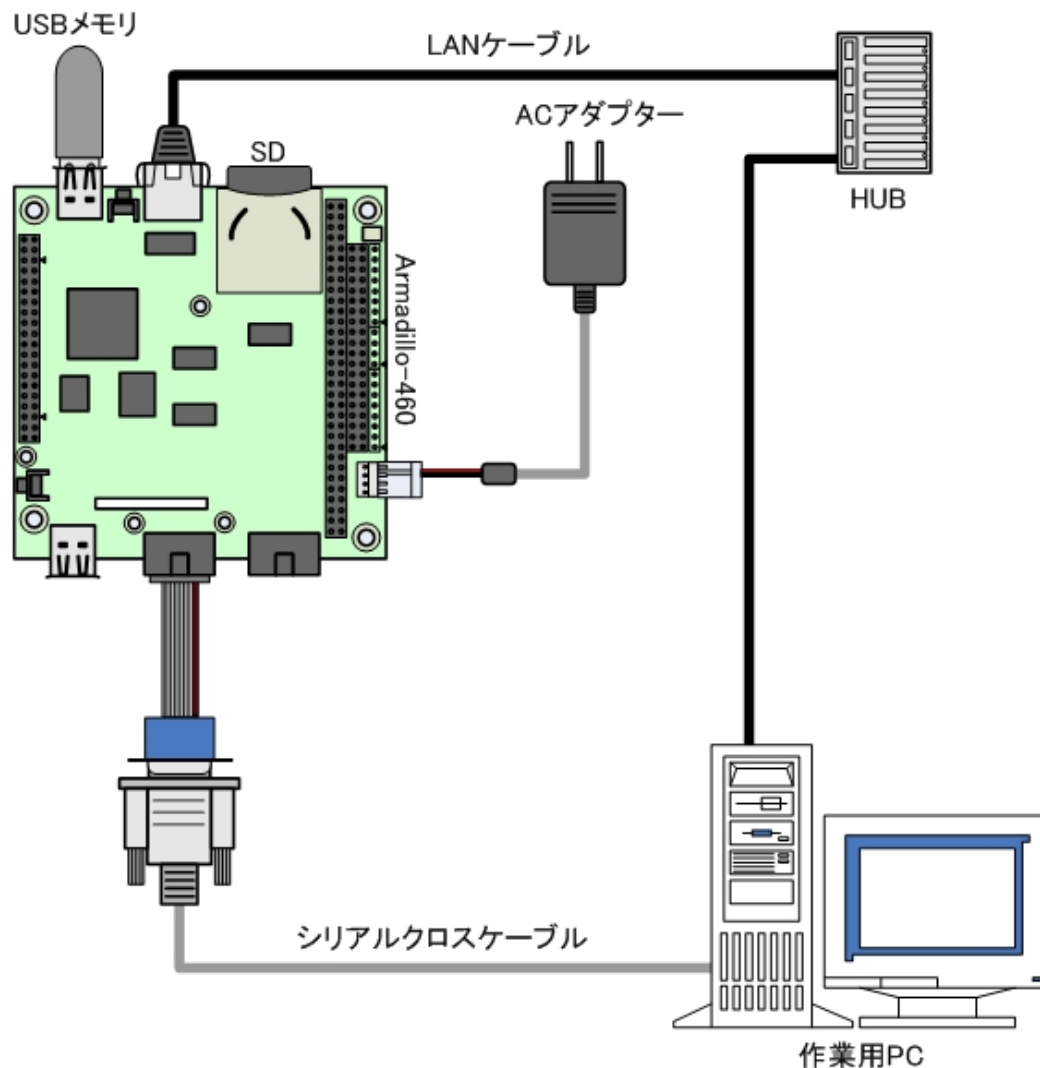


図 4.4 Armadillo-460 ベーシックモデル接続例

4.3. シリアル通信ソフトウェアの設定

作業用の PC から Armadillo のシリアルコンソールに接続する場合、作業用 PC のシリアル通信ソフトウェアの設定を、「表 4.1. シリアル通信設定」のように設定してください。また、シリアル通信ソフトウェアの横幅を 80 文字以上にしてください。横幅が 80 文字より小さい場合、コマンド入力中に表示が乱れることがあります。

表 4.1 シリアル通信設定

項目	設定
転送レート	115,200 bps
データ長	8 bit
ストップビット	1 bit
パリティ	なし
フロー制御	なし

5. 開発環境の準備

本章では、Armadillo のソフトウェア開発を行うための開発環境を、作業用 PC に構築する方法について説明します。

Armadillo-400 シリーズのソフトウェア開発には、Debian 系の Linux 環境^[1](Debian/GNU Linux 5.0 コードネーム lenny を標準とします)が必要です。

作業用 PC が Windows の場合、Windows 上に仮想的な Linux 環境を構築する必要があります。

Windows 上に Linux 環境を構築する方法としては、「VMware」を推奨しています。VMware を使用する場合は、開発に必要なソフトウェアがインストールされた状態の OS イメージ「ATDE (Atmark Techno Development Environment)」^[2]を提供しています。

Windows 上に Linux 環境を構築する手順については、「ATDE Install Guide」を参照してください。

ATDE には、標準で基本的な開発環境がインストールされているため、ATDE をお使いになる場合は、「5.1. クロス開発環境パッケージのインストール」と「5.2. Atmark-Dist のビルドに必要なパッケージのインストール」は、行う必要ありません。

5.1. クロス開発環境パッケージのインストール

Debian 系 Linux では、アプリケーションやライブラリの管理には Debian (deb) パッケージを使用します。

クロス開発を行うには、作業用 PC にクロス開発用のツールチェインのパッケージと、ターゲットアーキテクチャ用のライブラリをクロス開発用に変換したパッケージをインストールする必要があります。

Debian 系 Linux では ARM 用のアーキテクチャとして、arm と armel の 2 つがあります。これは、ABI (Application Binary Interface) の違いによるものです。arm アーキテクチャは OABI を、armel アーキテクチャは EABI を意味します。

Armadillo-400 シリーズでは、EABI を標準の ABI としています。そのため、ターゲットアーキテクチャとして armel のパッケージをインストールする必要があります。

付属 DVD のクロス開発環境ディレクトリ (cross-dev/deb/) にクロス開発環境用のパッケージが用意されています。Armadillo-400 シリーズで開発を行う場合、通常は、armel ディレクトリにある、ARM EABI クロス開発環境をインストールしてください。


インストールは root ユーザーで行う必要があります。deb パッケージをインストールするには、「図 5.1. インストールコマンド」のようにコマンドを実行します。

```
[PC ~]$ sudo dpkg --install *.deb
```

図 5.1 インストールコマンド


^[1]Debian 系以外の Linux でも開発はできますが、本書記載事項すべてが全く同じように動作するわけではありません。各作業はお使いの Linux 環境に合わせた形で自己責任のもと行ってください。

^[2]Armadillo-400 シリーズの開発環境としては、ATDE v3.0 以降を推奨しています。



sudo は引数に与えられたコマンドを、別のユーザーとして実行するコマンドです。上記コマンドでは、root (スーパー)ユーザーとして、**dpkg** コマンドを実行します。

sudo を実行すると、パスワードを要求されることがあります。このとき入力するパスワードは、そのユーザーのパスワードであり、root パスワードではありません。



ご使用の開発環境に既に同一ターゲット向けのアーキテクチャ用クロス開発環境がインストールされている場合、新しいクロス開発環境をインストールする前に必ず既存環境をアンインストールするようにしてください。

5.2. Atmark-Dist のビルドに必要なパッケージのインストール

Armadillo 標準のディストリビューションである、Atmark-Dist をビルドするためには、「表 5.1. Atmark-Dist のビルドに必要なパッケージ一覧」に示すパッケージが作業用 PC にインストールされている必要があります。

表 5.1 Atmark-Dist のビルドに必要なパッケージ一覧

パッケージ名	バージョン
genext2fs	1.4.1-2.1 以降
file	4.26-1 以降
sed	4.1.5-6 以降
perl	5.10.0-19lenny2 以降
bison	1:2.3.dfsg-5 以降
flex	2.5.35-6 以降
libncurses5-dev	5.7+20081213-1 以降

現在インストールされているバージョンを表示するには、「図 5.2. インストール情報表示コマンド」のようにパッケージ名を指定して実行してください。

--list はパッケージ情報を表示する **dpkg** のオプションです。package-name-pattern にはバージョンを表示したいパッケージ名のパターンを指定します。

```
[PC ~]$ dpkg --list [package-name-pattern]
```

図 5.2 インストール情報表示コマンド

5.3. クロス開発用ライブラリパッケージのインストール

Atmark-Dist に含まれないアプリケーションやライブラリをビルドする際に、付属 DVD やダウンロードサイトには用意されていないライブラリパッケージが必要になることがあります。ここでは、クロス開発用ライブラリパッケージの作成方法およびそのインストール方法を紹介します。

まず、作成したいクロス開発用パッケージの元となるライブラリパッケージを取得します。取得するパッケージは、アーキテクチャをターゲットに、Debian ディストリビューションのバージョンを開発環

境に合わせる必要があります。Armadillo-400 シリーズでは、アーキテクチャは `armel`、Debian ディストリビューションのバージョンは `lenny` (2011 年 3 月現在の `oldstable`) になります。

例えば、`libjpeg62` の場合「`libjpeg62_[version]_armel.deb`」というパッケージになります。

Debian パッケージは、Debian Packages サイト^[3]から検索して取得することができます。

取得したライブラリパッケージをクロス開発用に変換するには、`dpkg-cross` コマンドを使用します。

```
[PC ~]$ dpkg-cross --build --arch armel libjpeg62_[version]_armel.deb
[PC ~]$ ls
libjpeg62-armel-cross_[version]_all.deb libjpeg62_[version]_armel.deb
```

図 5.3 クロス開発用ライブラリパッケージの作成

作成されたクロス開発用ライブラリパッケージをインストールします。

```
[PC ~]$ sudo dpkg -i libjpeg62-armel-cross_[version]_all.deb
```

図 5.4 クロス開発用ライブラリパッケージのインストール



Debian `lenny` 以外の Linux 環境で `dpkg-cross` を行った場合、インストール可能なパッケージを生成できない場合があります。

`apt-cross` コマンドを使用すると、上記の一連の作業を 1 つのコマンドで行うことができます。

```
[PC ~]$ apt-cross --arch armel --suite lenny --install libjpeg62
```

図 5.5 `apt-cross` コマンド

`--arch` オプションにはアーキテクチャを、`--suite` オプションには Debian ディストリビューションのバージョンをそれぞれ指定し、`--install` オプションで取得/変換したパッケージをインストールすることを指定します。最後の引数には、パッケージ名を指定します。

^[3]<http://www.debian.org/distrib/packages>

6. フラッシュメモリの書き換え方法

本章では、Armadillo のオンボードフラッシュメモリを書き換える手順について説明します。

フラッシュメモリの書き換え方法には、大きくわけて 2 種類の方法があります。

1. 作業用 PC で動作するダウンローダーから、ターゲットとなる Armadillo にイメージを送信して、フラッシュを書き換える方法
2. ターゲットとなる Armadillo 自身で、リモートサーバーからイメージファイルを取得してフラッシュを書き換える方法

まず、「6.3. ダウンローダーを使用してフラッシュメモリを書き換える」で、1. の方法について説明します。次に、「6.4. tftpd を使用してフラッシュメモリを書き換える」および、「6.5. netflash を使用してフラッシュメモリを書き換える」で 2. の方法について説明します。



何らかの原因により「フラッシュメモリの書き換え」に失敗した場合、ソフトウェアが正常に起動しなくなる場合があります。書き換えの際は次の点に注意してください。

- ・ 書き換え中に Armadillo の電源を切らない
- ・ 書き換え中に Armadillo と開発用 PC を接続しているシリアルケーブルと LAN ケーブルを外さない

ブートローダーの書き換えに失敗するなどして起動できなくなった場合は、「6.6. ブートローダーを出荷状態に戻す」の手順に従ってブートローダーを復旧してください。

6.1. フラッシュメモリの書き込みリージョンについて

フラッシュメモリの書き込み先頭アドレスは、リージョン（領域）名で指定することができます。各リージョンに指定するイメージファイルは、「表 6.1. リージョン名と対応するイメージファイル」のようになります。

表 6.1 リージョン名と対応するイメージファイル

製品	リージョン名	ファイル名
Armadillo-420 ベーシックモデル	bootloader	loader-armadillo4x0-[<i>version</i>].bin
	kernel	linux-a400-[<i>version</i>].bin.gz
	userland	romfs-a420-[<i>version</i>].img.gz
Armadillo-420 WLAN モデル	bootloader	loader-armadillo4x0-[<i>version</i>].bin
	kernel	linux-a400-wlan-[<i>version</i>].bin.gz
	userland	romfs-a420-wlan-[<i>version</i>].img.gz
Armadillo-440 液晶モデル	bootloader	loader-armadillo4x0-[<i>version</i>].bin
	kernel	linux-a400-[<i>version</i>].bin.gz
	userland	romfs-a440-[<i>version</i>].img.gz

製品	リージョン名	ファイル名
Armadillo-460 ベーシックモデル	bootloader	loader-armadillo4x0-[<i>version</i>].bin
	kernel	linux-a460-[<i>version</i>].bin.gz
	userland	romfs-a460-[<i>version</i>].img.gz



全てのモデルでブートローダは共通のイメージファイルを使用します。Armadillo-440 液晶モデルと Armadillo-420 ベーシックモデルのカーネルは共通のイメージファイルを使用します。

6.2. ダウンローダーのインストール

作業用 PC にダウンローダーをインストールします。

ダウンローダーには、「表 6.2. ダウンローダー一覧」に示すように複数の種類があります。

表 6.2 ダウンローダー一覧

ダウンローダー	OS タイプ	説明
Hermit-At ダウンローダー	Linux	Linux 用の CUI アプリケーションです。
Shoehorn-At	Linux	Linux 用の CUI アプリケーションです。
Hermit-At Win32	Windows	Windows 用の GUI アプリケーションです。



ATDE (Atmark Techno Development Environment) を利用する場合、ダウンローダーパッケージはすでにインストールされているので、インストールする必要はありません。

6.2.1. 作業用 PC が Linux の場合

付属 DVD のダウンローダーディレクトリ (downloader/) 以下の deb パッケージディレクトリ (deb/) よりパッケージファイルを取得し、インストールします。

```
[PC ~]$ sudo dpkg --install hermit-at_[version]i386.deb
[PC ~]$ sudo dpkg --install shoehorn-at_[version]i386.deb
```

図 6.1 ダウンローダーのインストール (Linux)

6.2.2. 作業用 PC が Windows の場合

付属 DVD のダウンローダーディレクトリ (downloader/) 以下の win32 ディレクトリ (win32/) にある hermit-at-win_[*version*].zip を任意のフォルダに展開します。

6.3. ダウンローダーを使用してフラッシュメモリを書き換える

ここでは、Hermit-At ダウンローダーおよび Hermit-AT Win32 を使用してフラッシュメモリを書き換える手順について説明します。

Hermit-At ダウンローダーおよび Hermit-AT Win32 は、Armadillo のブートローダーと協調動作を行い、作業用 PC から Armadillo のフラッシュメモリを書き換えることができます。

6.3.1. 準備

「表 3.11. ジャンパの設定」を参照しジャンパを適切に設定したあと Armadillo に電源を投入し、保守モードで起動してください。

Armadillo と接続している作業用 PC のシリアルインターフェースが他のアプリケーションで使用されていないことを確認してください。使用されている場合は、該当アプリケーションを終了するなどしてシリアルインターフェースを開放してください。

6.3.2. 作業用 PC が Linux の場合

作業用 PC が Linux の場合、**hermit-at** コマンドを使用し、「図 6.2. ダウンロードコマンド」のようにコマンドを実行します。

download は **hermit-at** コマンドのサブコマンドの 1 つです。--input-file で指定されたファイルをターゲットボードに書き込む時に使用します。--region は書き込み対象のリージョンを指定するオプションです。下記の例では、「kernel リージョンに linux.bin.gz を書き込む」という指示になります。

```
[PC ~]$ hermit download --input-file linux.bin.gz --region kernel
```

図 6.2 ダウンロードコマンド

シリアルインターフェースが ttyS0 以外の場合は、「図 6.3. ダウンロードコマンド (ポート指定)」のように--port オプションを使用してポートを指定してください^[1]。

```
[PC ~]$ hermit download --input-file linux.bin.gz --region kernel --port ttyS1
```

図 6.3 ダウンロードコマンド (ポート指定)

bootloader リージョンは、誤って書き換えることがないように簡易プロテクトされています。書き換える場合は、「図 6.4. ダウンロードコマンド (アンプロテクト)」のように--force-locked オプションを使用して、プロテクトを解除してください^[1]。

```
[PC ~]$ hermit download --input-file loader-armadillo4x0-[version].bin  
--region bootloader --force-locked
```

図 6.4 ダウンロードコマンド (アンプロテクト)



bootloader リージョンに誤ったイメージを書き込んでしまった場合、オンボードフラッシュメモリからの起動ができなくなります。この場合は「6.6. ブートローダーを出荷状態に戻す」を参照してブートローダーを復旧してください。

^[1]書面の都合上折り返して表記しています。実際にはコマンドは 1 行で入力します。

6.3.3. 作業用 PC が Windows の場合

作業用 PC が Windows の場合、hermit.exe を実行すると、「図 6.5. Hermit-At Win32 : Download ウィンドウ」が表示されます。

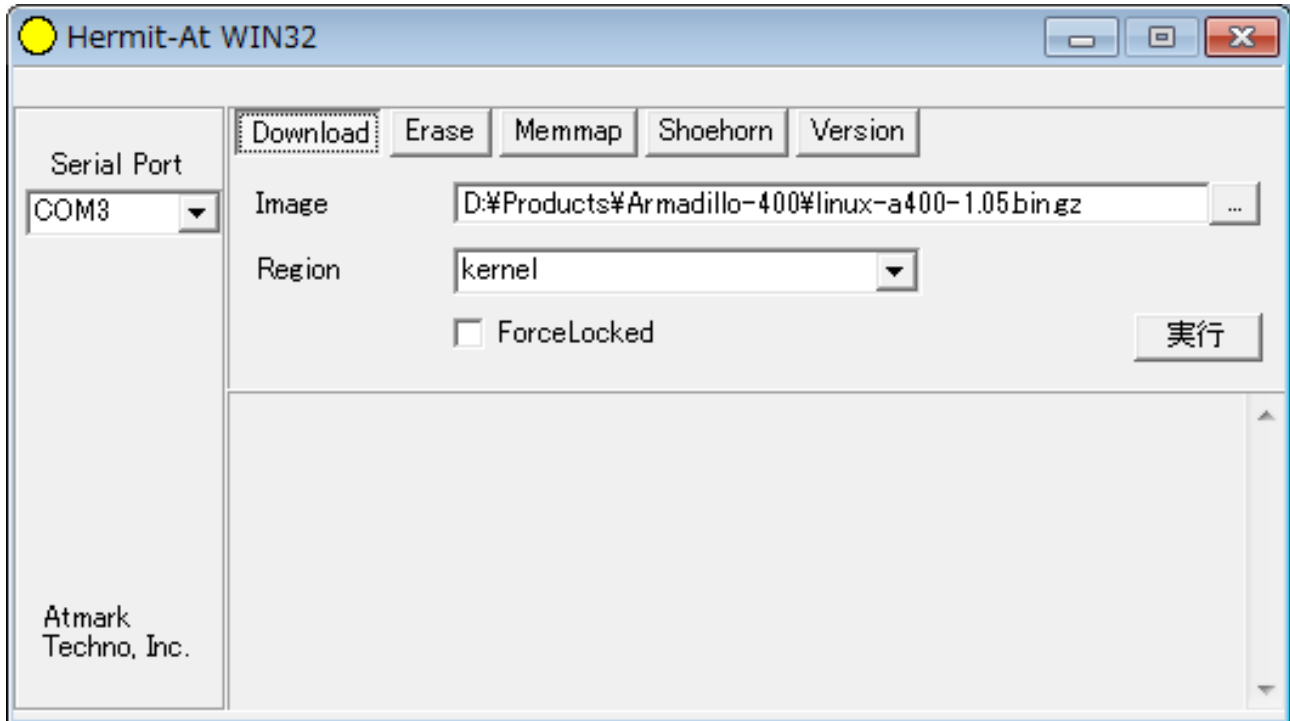


図 6.5 Hermit-At Win32 : Download ウィンドウ

Armadillo と接続されているシリアルインターフェースを「Serial Port」に指定してください。ドロップダウンリストに表示されない場合は、直接ポート名を入力してください。

Image には書き込むファイルを、Region には書き込み対象のリージョンを指定してください。all や bootloader リージョンを指定する場合は、Force Locked をチェックする必要があります。

すべて設定してから実行ボタンをクリックすると、書き込みが開始されます。書き込み中は、「図 6.6. Hermit-At Win32 : download ダイアログ」が表示され、ダウンロードの設定と進捗状況を確認することができます。

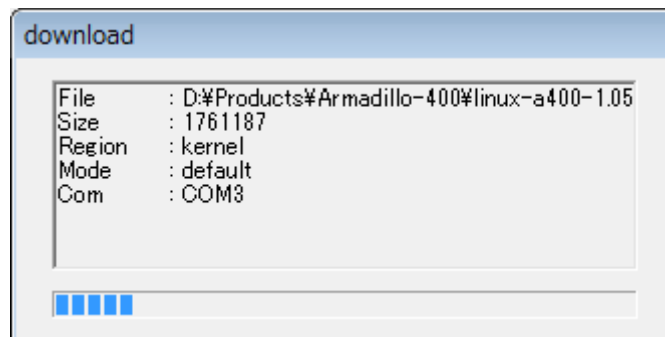


図 6.6 Hermit-At Win32 : download ダイアログ

ダウンロードが完了すると、ダイアログはクローズされます。

6.4. tftpd を使用してフラッシュメモリを書き換える

ここからは、Armadillo 自身でリモートサーバーからイメージファイルを取得してフラッシュメモリを書き換える方法について説明します。

Hermit-At ブートローダーの tftpd 機能を使用することで、ダウンローダーを使用して書き込むよりも高速にフラッシュメモリを書き換えることができます。

tftpd 機能は、所属するネットワークにある TFTP サーバーが公開しているファイルをダウンロードして、自分自身のフラッシュメモリを書き換えることができる機能です。



ATDE v3.0 以降では、標準で TFTP サーバー (atftpd) が動作しています。/var/lib/tftpboot/ ディレクトリにファイルを置くことで、TFTP によるアクセスが可能になります。

tftpd 機能を使用するには、ターゲットとなる Armadillo のジャンパを設定し、保守モードで起動してください。

作業用 PC のシリアル通信ソフトウェアを使用して、コマンドを入力します。「図 6.7. tftpd コマンド例」は、Armadillo の IP アドレスを 192.168.10.10 に設定し、IP アドレスが 192.168.10.1 の TFTP サーバー上にある、linux.bin.gz を kernel リージョンに書き込む例です。

```
hermit> tftpd 192.168.10.10 192.168.10.1 --kernel=linux.bin.gz
```

図 6.7 tftpd コマンド例

書き込み対象には、ブートローダー、カーネル、ユーザーランドそれぞれのリージョンを指定することができます。書き込むリージョンとオプションの対応を、「表 6.3. リージョンとオプションの対応」に示します。

表 6.3 リージョンとオプションの対応

リージョン	オプション
ブートローダー	--bootloader
カーネル	--kernel
ユーザーランド	--userland

6.5. netflash を使用してフラッシュメモリを書き換える

Linux が動作している状態では、Linux アプリケーションの netflash を使用することでフラッシュメモリを書き換えることができます。

netflash は、接続されているネットワーク内にある HTTP サーバーや FTP サーバーが公開しているファイルをダウンロードして、自分自身のフラッシュメモリを書き換えることができるコマンドです。



ATDE v3.0 以降では、標準で HTTP サーバー (lighttpd) が動作していません。/var/www/ ディレクトリにファイルを置くことで、HTTP によるアクセスが可能になります。

netflash を使用するには、Armadillo にログインし「図 6.8. netflash コマンド例」のようにコマンドを実行します。


```
[armadillo ~]# netflash -k -n -u -r /dev/flash/kernel [URL]
```

図 6.8 netflash コマンド例

オプションの"-r [デバイスファイル名]"で書き込み対象のリージョンを指定しています。「表 6.4. リージョンとデバイスファイルの対応」を参照してください。その他のオプションについては、netflash -h で詳細を確認することができます。

表 6.4 リージョンとデバイスファイルの対応

リージョン	デバイスファイル
カーネル	/dev/flash/kernel
ユーザーランド	/dev/flash/userland



bootloader リージョンは標準状態ではリードオンリー属性となっているため、netflash で書き換えることはできません。

6.6. ブートローダーを出荷状態に戻す

何らかの理由でブートローダーリージョンの内容が破壊されブートローダーが起動しなくなった場合、UART ブートモードを使用することでブートローダーを出荷状態に戻すことができます。

6.6.1. 準備

Armadillo のジャンパを、「表 3.11. ジャンパの設定」を参照し、UART ブートモードに設定してください。この時点では Armadillo は起動させないでください。

Armadillo と接続している作業用 PC のシリアルインターフェースが他のアプリケーションで使用されていないことを確認します。使用されている場合は、該当アプリケーションを終了するなどしてシリアルインターフェースを開放してください。

6.6.2. 作業用 PC が Linux の場合

「図 6.9. shoehorn コマンド例」のようにコマンド^[2]を実行してから、Armadillo に電源を投入し、起動させてください。

^[2]書面の都合上折り返して表記しています。実際にはコマンドは 1 行で入力します。

```
[PC ~]$ shoehorn --boot --target armadillo4x0
--initrd /dev/null
--kernel /usr/lib/hermit/loader-armadillo4x0-boot-[version].bin
--loader /usr/lib/shoehorn/shoehorn-armadillo4x0.bin
--initfile /usr/lib/shoehorn/shoehorn-armadillo4x0.init
--postfile /usr/lib/shoehorn/shoehorn-armadillo4x0.post
```

図 6.9 shoehorn コマンド例

実行すると、「図 6.10. shoehorn コマンドログ」のようにログが表示されます。

```
/usr/lib/shoehorn/shoehorn-armadillo4x0.bin: 1272 bytes (2048 bytes buffer)
/usr/lib/hermit/loader-armadillo4x0-boot-v2.0.0.bin: 45896 bytes (45896 bytes buffer)
/dev/null: 0 bytes (0 bytes buffer)
Waiting for target - press Wakeup now.
Initializing target...
Writing SRAM loader...
Pinging loader
Initialising hardware:
- flushing cache/TLB
- Switching to 115200 baud
- Initializing for Mobile-DDR
Pinging loader
Detecting DRAM
- 32 bits wide
- start: 0x80000000 size: 0x04000000 last: 0x83ffffff
Total DRAM: 65536kB
Loading /usr/lib/hermit/loader-armadillo4x0-boot-v2.0.0.bin:
- start: 0x83000000 size: 0x0000b348 last: 0x8300b347
initrd_start is c0400000
Moving initrd_start to c0400000
Loading /dev/null:
- start: 0xc0400000 size: 0x00000000
Writing parameter area
- nr_pages (all banks): 4096
- rootdev: (RAMDISK_MAJOR, 0)
- pages_in_bank[0]: 2048
- pages_in_bank[1]: 2048
- initrd_start: 0xc0400000
- initrd_size: 0x0
- ramdisk_size: 0x0
- start: 0x80020000 size: 0x00000900 last: 0x800208ff
Pinging loader
Starting kernel at 0x83000000
```

図 6.10 shoehorn コマンドログ

shoehorn コマンドが成功すると、ターゲットの Armadillo 上で Hermit At ブートローダーの UART ブートモード版 (loader-armadillo4x0-boot-[version].bin) が動作している状態になります。以降の手順は、ジャンパの設定変更や電源の切断をせずにおこなう必要があります。

「図 6.11. ブートローダの書き込みコマンド例」のようにブートローダの書き込みを行ってください^[3]。

^[3]書面の都合上折り返して表記しています。実際にはコマンドは 1 行で入力します。

```
[PC ~]$ hermit erase --region bootloader download --input-file loader-armadillo4x0-[version].bin
--region bootloader --force-locked
```

図 6.11 ブートローダの書き込みコマンド例

6.6.3. 作業用 PC が Windows の場合

hermit.exe を実行し Shoehorn ボタンをクリックすると、「図 6.12. Hermit-At Win32 : Shoehorn ウィンドウ」が表示されます。

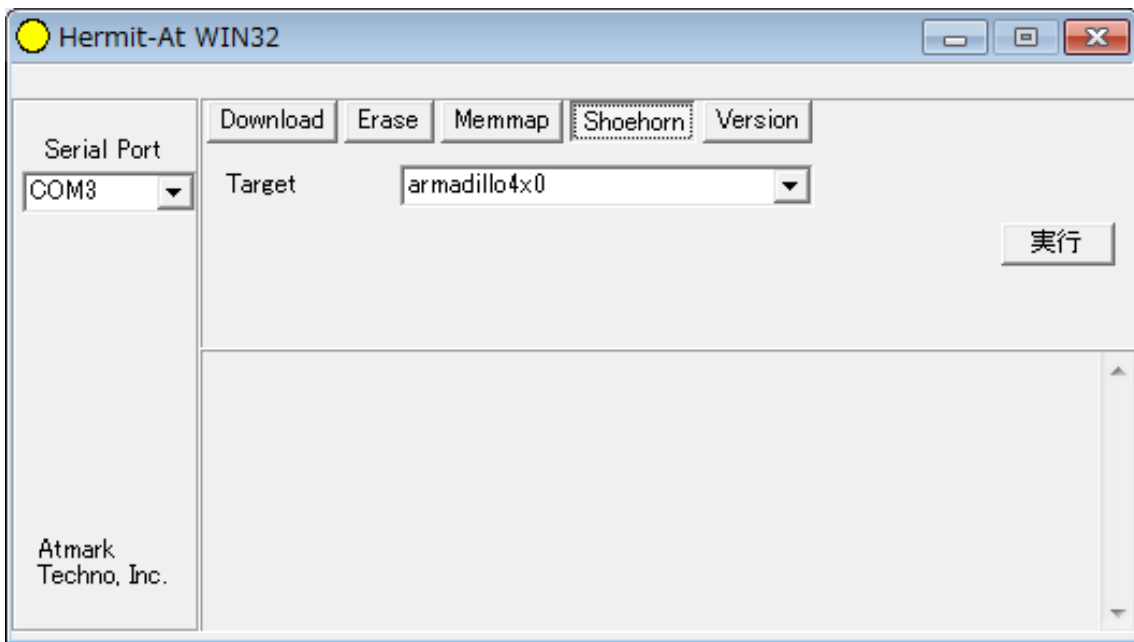


図 6.12 Hermit-At Win32 : Shoehorn ウィンドウ

Target に armadillo4x0 を選択して実行ボタンをクリックします。

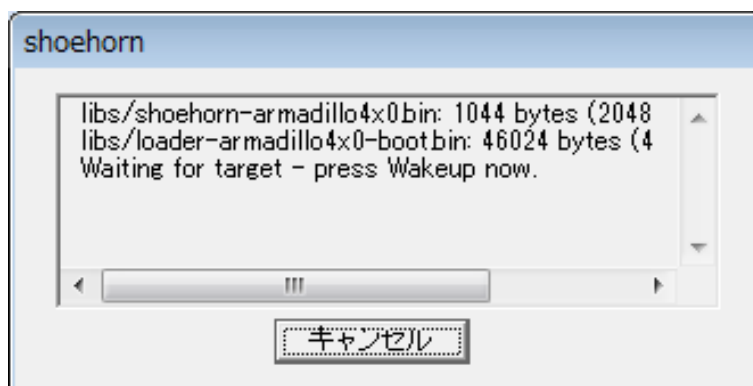



図 6.13 Hermit-At Win32 : shoehorn ダイアログ

ダイアログが表示されます。Armadillo に電源を投入して起動してください。ダウンロードするための準備が完了すると自動的にダイアログはクローズされます。以降の手順は、ジャンパの設定変更や電源の切断をせずにおこなう必要があります。

ダウンロードをおこなう前に、一旦ブートローダリージョンを削除します。Erase ボタンをクリックすると、「図 6.14. Hermit-At Win32 : Erase ウィンドウ」が表示されます。



Erase を実行するためには、Hermit-At Win32 v1.3.0 以降が必要です。Hermit-At Win32 v1.2.0 以前ではこの手順は適用できません。Erase を実行しない場合でもダウンロードは可能ですが、setenv サブコマンドなどでフラッシュメモリに保存されたパラメータが削除されません。

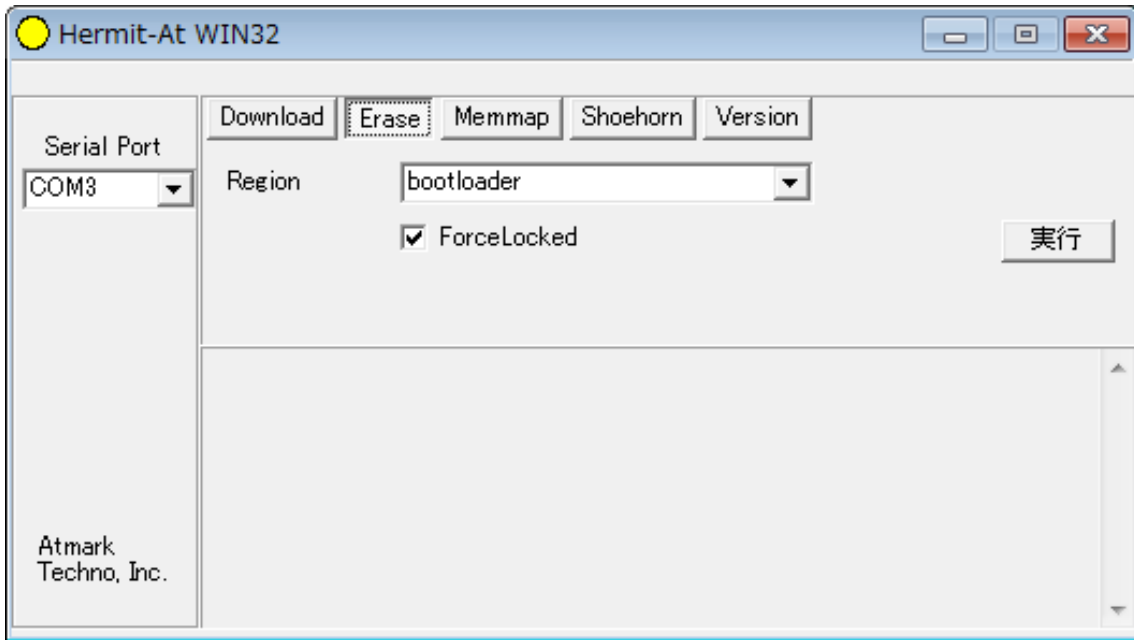


図 6.14 Hermit-At Win32 : Erase ウィンドウ

Region に bootloader リージョンを選択し、Force Locked をチェックして実行ボタンをクリックします。ブートローダリージョンの削除中は、「図 6.15. Hermit-At Win32 : Erase ダイアログ」が表示され、削除の設定と進捗状況を確認することができます。

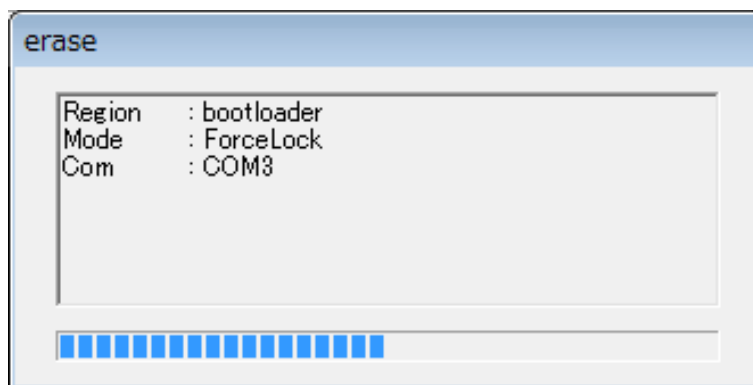


図 6.15 Hermit-At Win32 : Erase ダイアログ

ブートローダリージョンの削除が完了すると、ダイアログはクローズされます。次にダウンロードをおこないます。Download ボタンをクリックすると、「図 6.16. Hermit-At Win32 : Download ウィンドウ(Erase 後)」が表示されます。

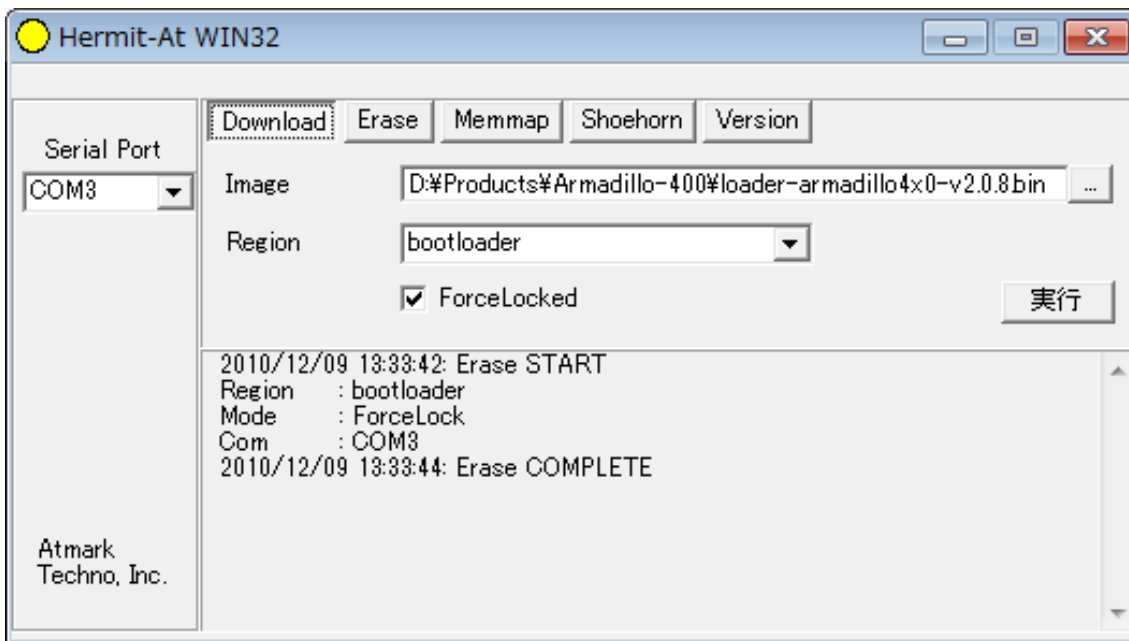


図 6.16 Hermit-At Win32 : Download ウィンドウ(Erase 後)

Image にはブートローダーイメージファイルを、Region には bootloader を指定し、Force Locked をチェックして実行ボタンをクリックします。ダウンロード中は、「図 6.17. Hermit-At Win32 : Download ダイアログ(bootloader)」が表示され、ダウンロードの設定と進捗状況を確認することができます。

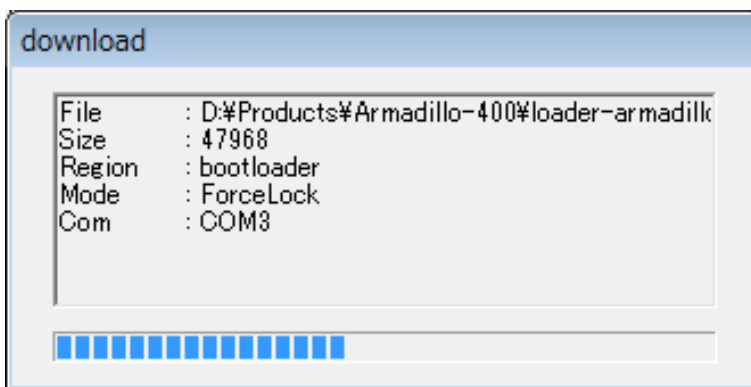


図 6.17 Hermit-At Win32 : Download ダイアログ(bootloader)

ダウンロードが完了すると、ダイアログはクローズされます。

6.7. ブートローダーのパラメータを出荷状態に戻す

フラッシュメモリの bootloader リージョンには、ブートローダーイメージの他にブートローダーのパラメータが保存されています。これは、Armadillo の再起動後も設定を有効にするためです。パラメータと初期設定の対応を、「表 6.5. ブートローダーのパラメータ」に示します。

表 6.5 ブートローダーのパラメータ

パラメータ	初期設定	説明
Linux カーネルパラメータ	無し	Linux カーネル起動時にカーネルに渡すパラメータ
ブートデバイス	フラッシュメモリ	Linux カーネルを格納しているデバイスを指定する

ブートローダーのパラメータを出荷状態に戻すには、ターゲットとなる Armadillo のジャンパを設定し、保守モードで起動してください。

作業用 PC のシリアル通信ソフトウェアを使用して、コマンドを入力します。Linux カーネルパラメータを初期設定に戻すには、「図 6.18. Linux カーネルパラメータを初期設定に戻す」のようにコマンドを実行してください。^[4]

```
hermit> clearenv
```

図 6.18 Linux カーネルパラメータを初期設定に戻す

ブートデバイスを初期設定のフラッシュメモリに戻すには、「図 6.19. ブートデバイスを初期設定に戻す」のようにコマンドを入力してください。^[4]

```
hermit> setbootdevice flash
```

図 6.19 ブートデバイスを初期設定に戻す

^[4] 「6.6. ブートローダーを出荷状態に戻す」の手順を実行すると、パラメータが初期化されますので、この手順は必要ありません。但し、Hermit-AT Win32 v1.2.0 以前のバージョンを使用した場合、自動ではパラメータが初期化されないため、本手順を実行する必要があります。

7. ビルド

この章では、ソースコードから出荷イメージと同じイメージを作成する手順と、それをカスタマイズする方法について説明します。

開発環境を構築してない場合は、「5. 開発環境の準備」を参照して作業用 PC に開発環境を構築してください。

より詳細な開発手順については「Atmark-Dist 開発者ガイド」を参照してください。

以下の例では、ホームディレクトリ (~/) 以下のディレクトリで作業を行います。



開発作業では、基本ライブラリ・アプリケーションやシステム設定ファイルの作成・配置を行います。各ファイルは作業ディレクトリ配下で作成・配置作業を行いますが、作業ミスにより誤って作業用 PC 自体の OS を破壊しないために、すべての作業は root ユーザーではなく**一般ユーザー**で行ってください。

7.1. カーネルイメージとユーザーランドイメージのビルド

ここでは、ソースコードベースのディストリビューションである Atmark-Dist と、Linux カーネルのソースコードから、ユーザーランドとカーネルのイメージを作成する手順について説明します。

7.1.1. ソースコードの準備

まず最初に、ソースコードを取得します。付属 DVD の Atmark-Dist ソースアーカイブディレクトリ (source/dist) にある atmark-dist-[*version*].tar.gz と カーネルソースアーカイブディレクトリ (source/kernel) にある linux-[*version*].tar.gz を作業ディレクトリに展開します。

展開後、Atmark-Dist にカーネルソースを登録します。「図 7.1. ソースコード準備」のように作業してください。

```
[PC ~]$ tar zxvf atmark-dist-[version].tar.gz
[PC ~]$ tar zxvf linux-[version].tar.gz
[PC ~]$ ls
atmark-dist-[version].tar.gz  atmark-dist-[version]
linux-[version].tar.gz      linux-[version]
[PC ~]$ ln -s atmark-dist-[version] atmark-dist
[PC ~]$ cd atmark-dist
[PC ~/atmark-dist]$ ln -s ../linux-[version] linux-2.6.x
```

図 7.1 ソースコード準備

7.1.2. デフォルトコンフィギュレーションの適用

ターゲットとなる Armadillo 用に Atmark-Dist をコンフィギュレーションします。Linux カーネルは Atmark-Dist の管理下にあるため、Atmark-Dist を適切に設定すれば、カーネルのコンフィギュレーションも適切に行われるようになっていきます。

以下の例のようにコマンドを入力し、コンフィギュレーションを開始します^[1]。

```
[PC ~/atmark-dist]$ make config
```

最初に、使用するボードのベンダー名を尋ねられます。「AtmarkTechno」と入力してください。

```
[PC ~/atmark-dist]$ make config
config/mkconfig > config.in
#
# No defaults found
#
*
* Vendor/Product Selection
*
*
* Select the Vendor you wish to target
*
Vendor (3com, ADI, Akizuki, Apple, Arcturus, Arnewsh, AtmarkTechno, Atmel, Avnet, Cirrus, Cogent,
Conexant, Cwlinux, CyberGuard, Cytek, Exys, Feith, Future, GDB, Hitachi, Imt, Insight, Intel,
KendinMicrel, LEOX, Mecel, Midas, Motorola, NEC, NetSilicon, Netburner, Nintendo, OPENcores,
Promise, SNEHA, SSV, SWARM, Samsung, SecureEdge, Signal, SnapGear, Soekris, Sony, StrawberryLinux,
TI, TeleIP, Triscend, Via, Weiss, Xilinx, senTec) [SnapGear] (NEW) AtmarkTechno
```

次にプロダクト名を尋ねられます。「表 7.1. プロダクト名一覧」から、使用する製品に対応するプロダクト名を入力してください。

表 7.1 プロダクト名一覧

製品	プロダクト名	備考
Armadillo-420 ベーシックモデル	Armadillo-420	出荷時イメージ
Armadillo-420 WLAN モデル	Armadillo-420.WLAN	出荷時イメージ
Armadillo-440 液晶モデル	Armadillo-440	出荷時イメージ
Armadillo-460 ベーシックモデル	Armadillo-460	出荷時イメージ

以下は、Armadillo-440 の例です。

```
*
* Select the Product you wish to target
*
AtmarkTechno Products (Armadillo-210.Base, Armadillo-210.Recover, Armadillo-220.Base,
Armadillo-220.Recover, Armadillo-230.Base, Armadillo-230.Recover, Armadillo-240.Base,
Armadillo-240.Recover, Armadillo-300, Armadillo-420, Armadillo-420.WLAN, Armadillo-440,
Armadillo-460, Armadillo-500, Armadillo-500-FX.base, Armadillo-500-FX.dev, Armadillo-9,
Armadillo-9.PCMCIA, SUZAKU-V.SZ310, SUZAKU-V.SZ310-SID, SUZAKU-V.SZ310-SIL, SUZAKU-V.SZ310-SIL-
```

^[1]ここでは、CUI でのコンフィギュレーション方法を説明しています。Atmark Dist ではメニュー形式でのコンフィギュレーションも可能です。詳しくは「Atmark-Dist 開発者ガイド」をご参照ください。


```
GPIO, SUZAKU-V.SZ410, SUZAKU-V.SZ410-SID, SUZAKU-V.SZ410-SIL, SUZAKU-V.SZ410-SIL-GPIO, SUZAKU-V.SZ410-SIV) [Armadillo-210.Base] (NEW) Armadillo-440
```

ビルドする開発環境を尋ねられます。「default」と入力してください。Armadillo-400 シリーズでは、「default」と入力すると、armel (EABI)の開発環境が選択されます。

```
*
* Kernel/Library/Defaults Selection
*
*
* Kernel is linux-2.6.x
*
Cross-dev (default, arm-vfp, arm, armel, armmommu, common, h8300, host, i386, i960, m68knommu, microblaze, mips, powerpc, sh) [default] (NEW) default
```

ビルドする libc を指定します。Armadillo-400 シリーズでは「None」を選択してください。「None」を選択することで、開発環境にインストールされているビルド済みの libc (glibc) を使用します。

```
Libc Version (None, glibc, uC-libc, uClibc) [uClibc] (NEW) None
```

既定の設定にするかどうか質問されます。「y」(Yes)を選択してください。

```
Default all settings (lose changes) (CONFIG_DEFAULTS_OVERRIDE) [N/y/?] (NEW) y
```

最後の3つの質問は「n」(No)と答えてください。

```
Customize Kernel Settings (CONFIG_DEFAULTS_KERNEL) [N/y/?] n
Customize Vendor/User Settings (CONFIG_DEFAULTS_VENDOR) [N/y/?] n
Update Default Vendor Settings (CONFIG_DEFAULTS_VENDOR_UPDATE) [N/y/?] n
```

設定の入力が完了するとビルドシステムに反映されてコンフィギュレーションが行われ、プロンプトに戻ります。

7.1.3. ビルド

ビルドするには、atmark-dist ディレクトリで「[図 7.2. Atmark-Dist のビルド](#)」のようにコマンドを実行します。ビルドが完了すると、atmark-dist/images ディレクトリにイメージファイルが作成されます。romfs.img がユーザーランドの、linux.bin がカーネルのイメージです。romfs.img.gz と linux.bin.gz はそれぞれのファイルを圧縮したものです。

```
[PC ~/atmark-dist]$ make
:
:
[PC ~/atmark-dist]$ ls images
linux.bin linux.bin.gz romfs.img romfs.img.gz
```

図 7.2 Atmark-Dist のビルド

作成されたイメージは、「6. フラッシュメモリの書き換え方法」の手順に従って、ターゲットの Armadillo に書き込むことができます。通常は、フラッシュメモリの使用容量を少なくするため、圧縮イメージを書き込みます。

7.1.4. イメージをカスタマイズする

Atmark-Dist には、様々なアプリケーションやライブラリが含まれており、コンフィギュレーションによってそれらをイメージに含めたり、イメージから削除することができます。また、カーネルのコンフィギュレーションの変更を行うこともできます。

Atmark-Dist のコンフィギュレーションを変更するには、`make menuconfig` コマンドを使用します。

```
[PC ~/atmark-dist]$ make menuconfig
```

図 7.3 Atmark-Dist のコンフィギュレーション

`make menuconfig` を実行すると、「図 7.4. menuconfig: Main Menu」に示す Main Menu 画面が表示されます。

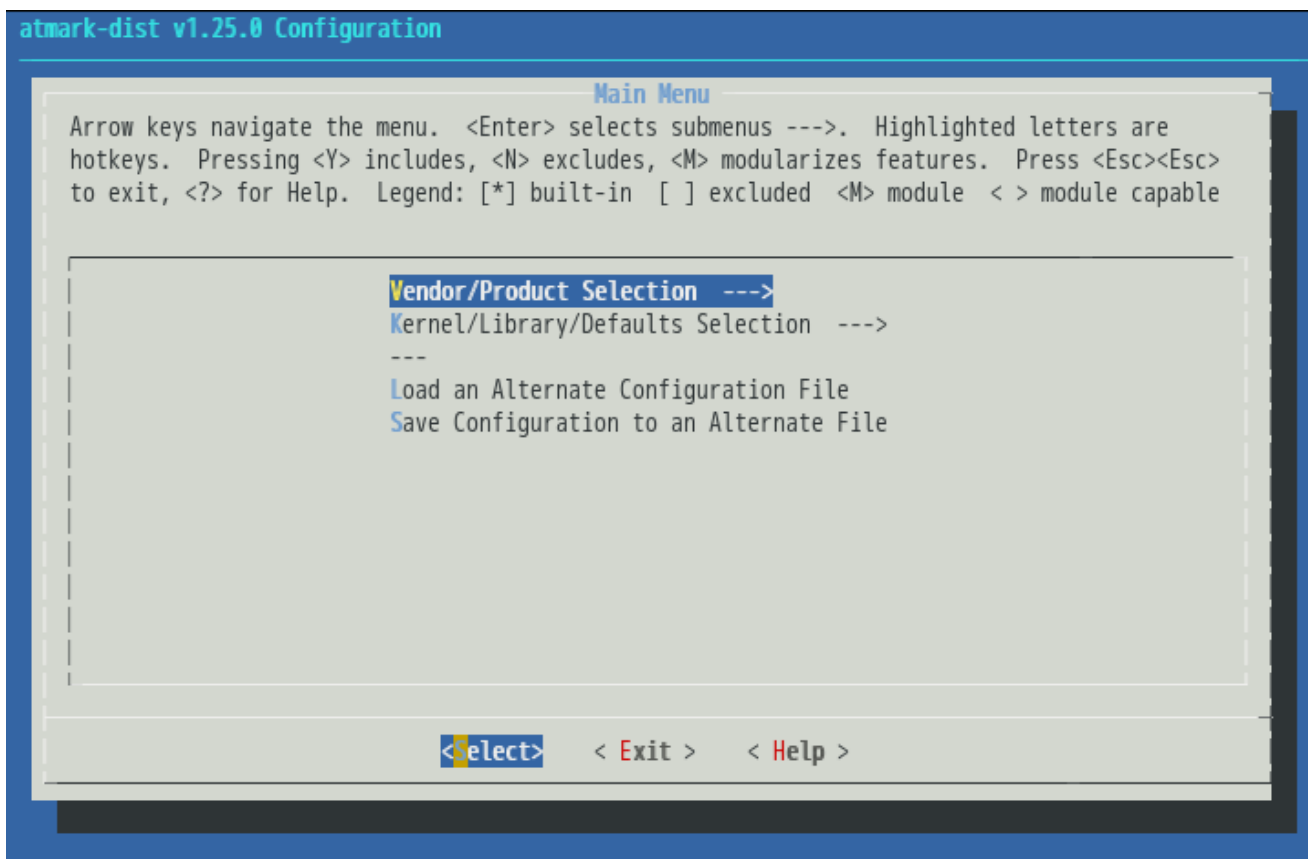


図 7.4 menuconfig: Main Menu

キーボードの上下キーでフォーカスを **Kernel/Library/Defaults Selection --->** に合わせ、Enter キーを押すと、Kernel/Library/Defaults Selection 画面が表示されます。

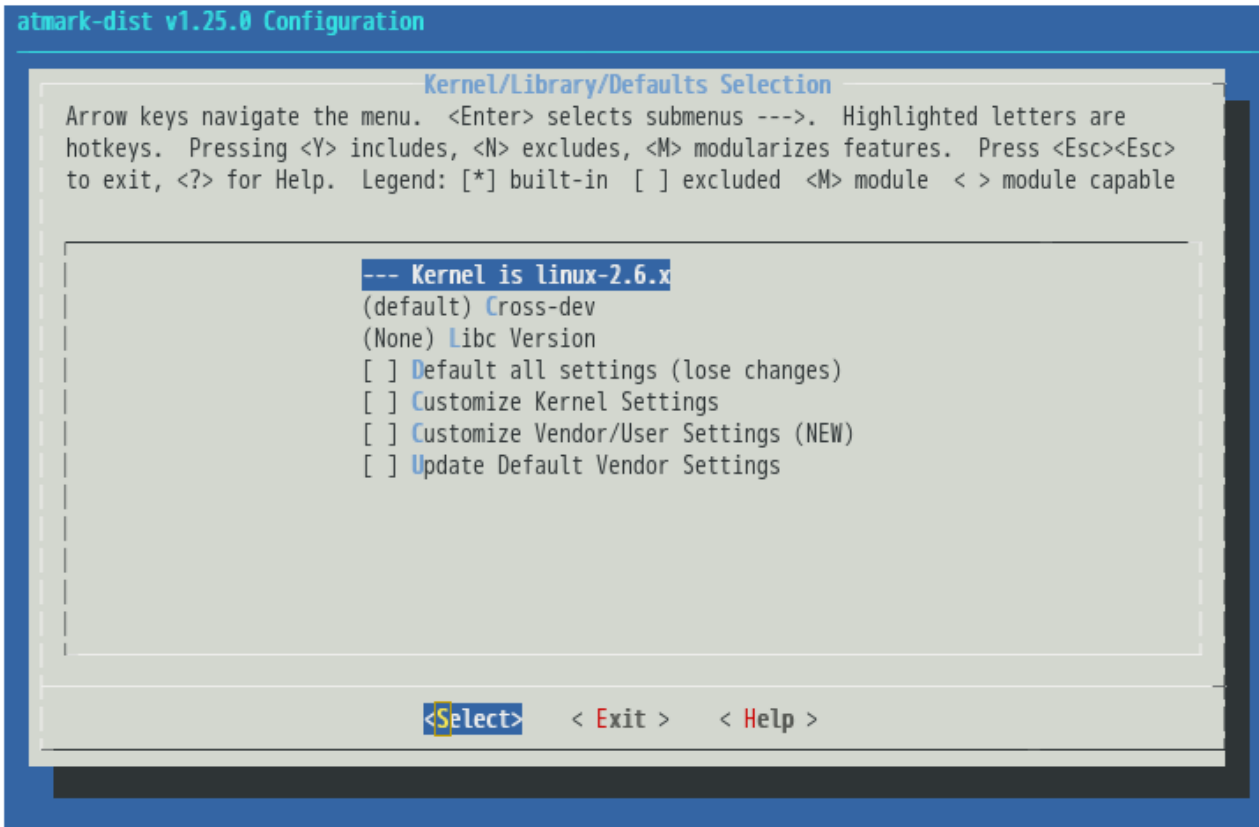


図 7.5 menuconfig: Kernel/Library/Defaults Selection

カーネルコンフィギュレーションを変更するには、**Customize Kernel Settings** を選択してください。また、ユーザーランドに含めるアプリケーションやライブラリを変更するには、**Customize Vendor/User Settings** を選択してください。ここでいう、「選択する」とは、上下キーで選択したい項目にフォーカスを合わせ、スペースキーを一度押し、*印を付けることを言います。

項目を選択したら、キーボードの左右キーで **Exit** にフォーカスを合わせ、Enter キーを押してください。そうすることで、Kernel/Library/Defaults Selection 画面を抜け、Main Menu 画面へ戻ります。

Main Menu 画面でも、**Exit** にフォーカスを合わせ、Enter キーを押してください。すると、**Do you wish to save your new kernel configuration?**と表示されますので、**Yes** にフォーカスを合わせたまま、Enter キーを押してください。

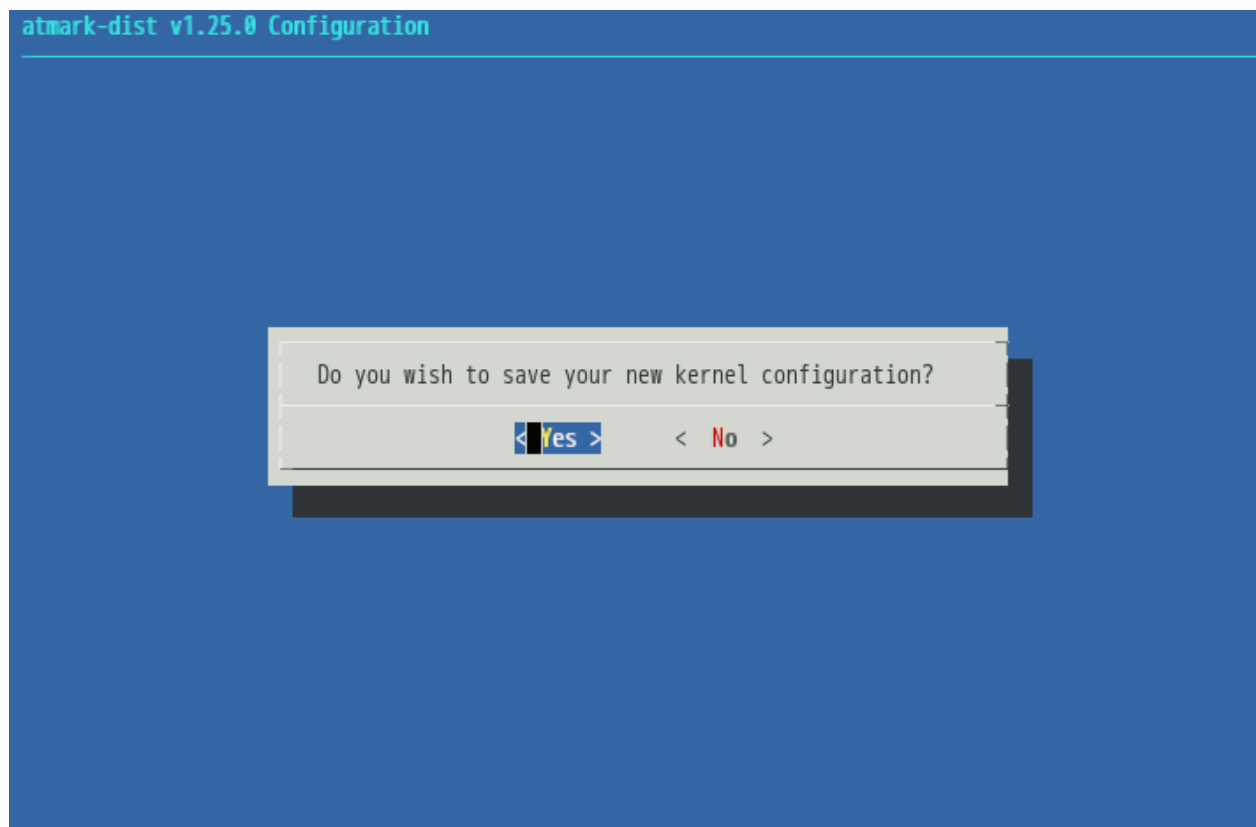


図 7.6 menuconfig: Do you wish to save your new kernel configuration?

Customize Kernel Settings を選択していた場合は、Linux Kernel Configuration 画面が表示されます。ここで、カーネルコンフィギュレーションを変更することができます。コンフィギュレーションが完了したら、Linux Kernel Configuration 画面で **Exit** にフォーカスを当てて Enter キーを押し、画面を抜けてください。

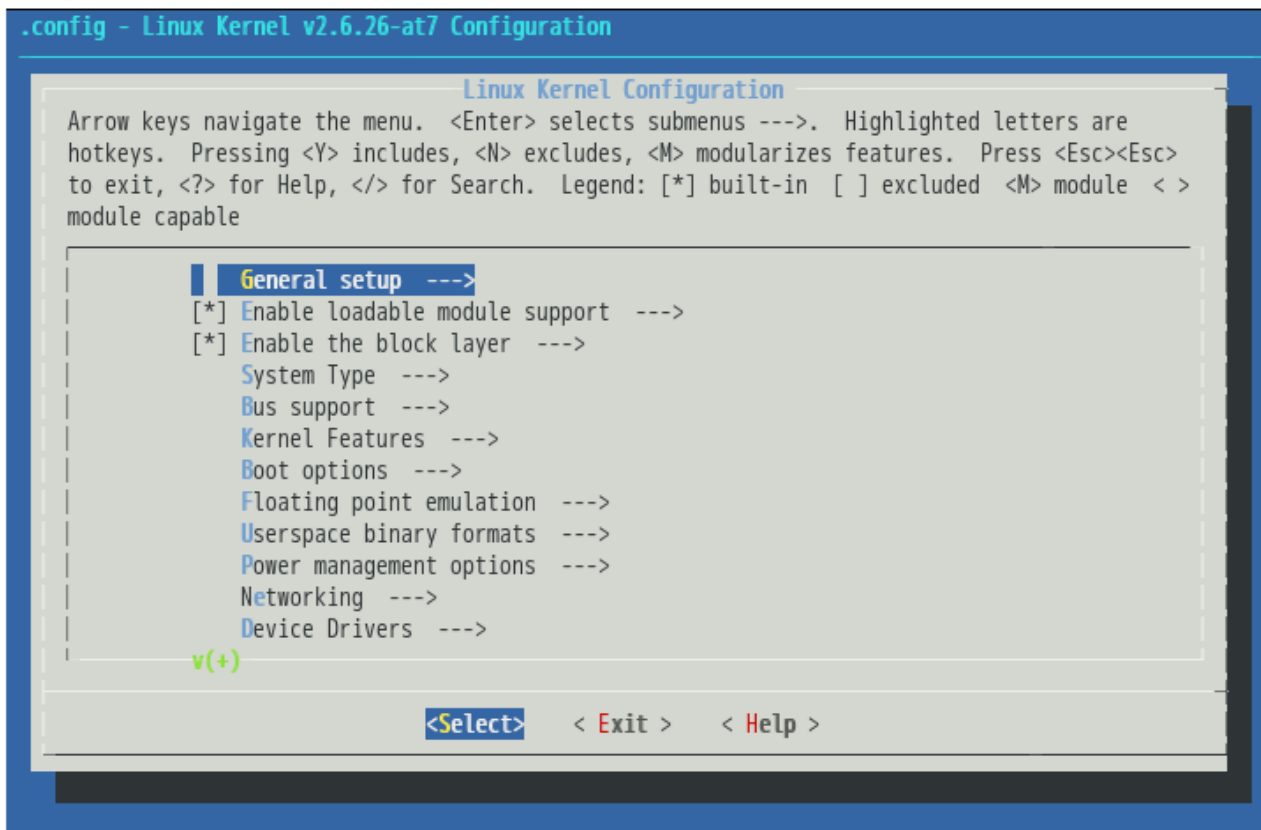


図 7.7 menuconfig: Linux Kernel Configuration

Customize Vendor/User Settings を選択していた場合は、Userland Configuration 画面が表示されます。ここで、ユーザーランドに含めるアプリケーションやライブラリを選択することができます。選択が完了したら、Userland Configuration 画面で **Exit** にフォーカスを当てて Enter キーを押し、画面を抜けてください。

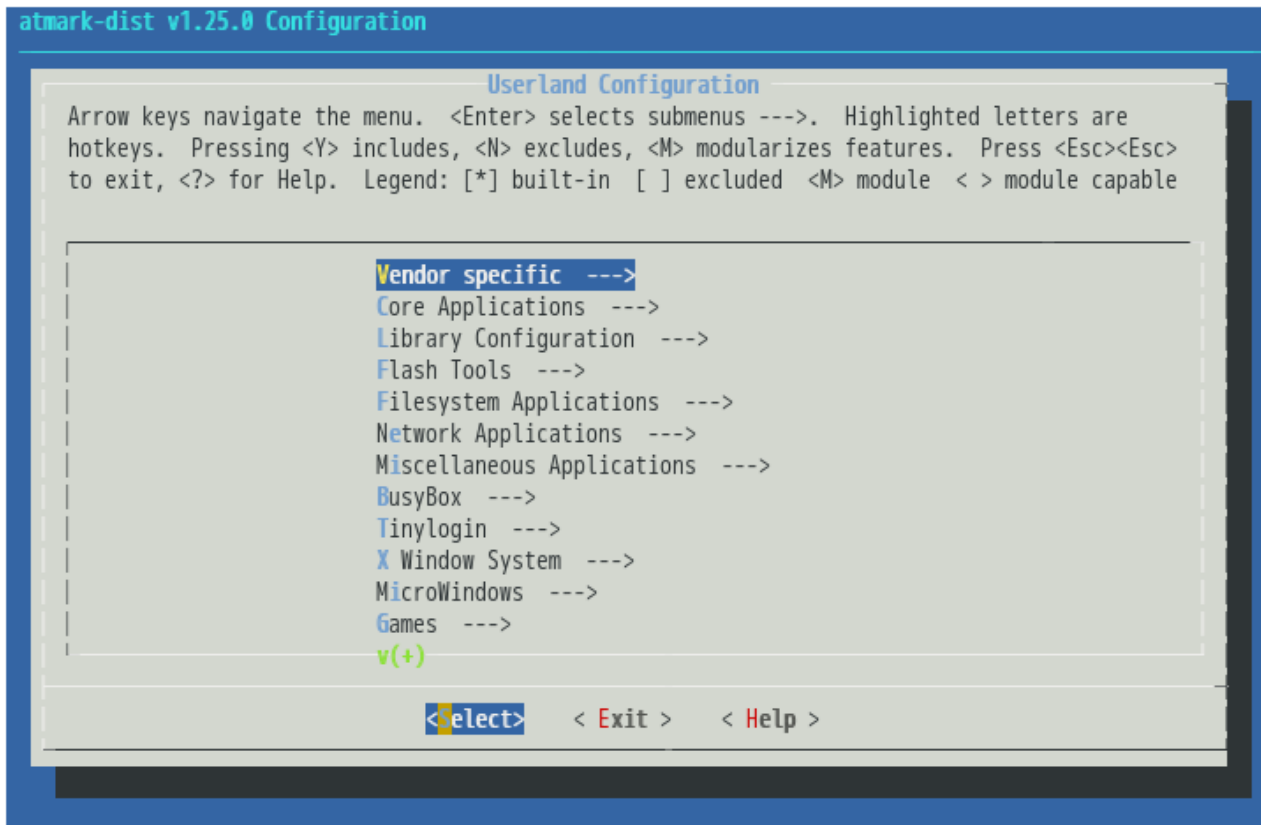


図 7.8 menuconfig: Userland Configuration

再び、**Do you wish to save your new kernel configuration?**と表示されますので、**Yes** にフォーカスを合わせたまま、Enter キーを押してください。

以上で、コンフィギュレーションの変更は完了です。

make menuconfig を使用したコンフィギュレーション方法の詳細については、「Atmark-Dist 開発者ガイド」を参照してください。

コンフィギュレーションを行ったあとは、「7.1.3. ビルド」の手順と同様に、**make** コマンドを実行すると、コンフィギュレーション結果を反映したイメージが作成されます。

7.1.5. ユーザーランドイメージにアプリケーションを追加する

ここでは、「7.1. カーネルイメージとユーザーランドイメージのビルド」で作成したユーザーランドに、自作のアプリケーションなど Atmark-Dist には含まれないファイルを追加する方法について説明します。

自作アプリケーションは、Out-Of-Tree コンパイル^[2]で作成し、~/sample/hello にあると仮定とします。

^[2]Out-Of-Tree コンパイルに関しては「Atmark-Dist 開発者ガイド」を参照してください

Atmark-Dist では、romfs ディレクトリにユーザーランドイメージに含めるファイルが置かれています。ここに自作アプリケーションを追加し、**make image** コマンドを実行することで、自作アプリケーションを含んだユーザーランドイメージを作成することができます。

```
[PC ~/atmark-dist]$ cp ~/sample/hello romfs/bin/
[PC ~/atmark-dist]$ make image
:
:
[PC ~/atmark-dist]$ ls images
linux.bin linux.bin.gz romfs.img romfs.img.gz
```

図 7.9 ユーザーランドイメージのカスタマイズ

作成されたユーザーランドイメージの /bin ディレクトリには、hello がインストールされています。

7.2. ブートローダーイメージのビルド

ここでは、Hermit-At ブートローダーのイメージをソースコードからビルドする手順について説明します。ソースコードのバージョンは、v2.0.0 以降を使用します。

7.2.1. ソースコードの準備

付属 DVD の source/boot loader にある hermit-at-[*version*]-source.tar.gz を作業ディレクトリに展開します。「図 7.10. Hermit-At ソースアーカイブの展開」のように作業してください。

```
[PC ~]$ tar zxvf hermit-at-[version]-source.tar.gz
[PC ~]$ ln -s hermit-at-[version] hermit-at
[PC ~]$ cd hermit-at
[PC ~/hermit-at]$
```

図 7.10 Hermit-At ソースアーカイブの展開

7.2.2. ビルド

Hermit-At v2.0.0 以降では、製品ごとに標準の設定が defconfig として用意されています。出荷イメージと同じイメージをビルドするには、「図 7.11. Hermit-At ビルド例」のようにコマンドを実行してください。

```
[PC ~/hermit-at]$ make armadillo4x0_defconfig
[PC ~/hermit-at]$ make
:
:
[PC ~/hermit-at]$ ls src/target/armadillo4x0/*.bin
loader-armadillo4x0-[version].bin
```

図 7.11 Hermit-At ビルド例

loader-armadillo4x0-[*version*].bin が作成されたブートローダーイメージです。

Hermit-At v2.0.0 以降では、Atmark-Dist と同様に **make menuconfig** でのコンフィギュレーションに対応しています。コンフィギュレーションを変更することにより、コマンドの追加/削除や、動作の変更を行うことができます。

8. カーネル/ユーザーランドの配置

Armadillo-400 シリーズでは、標準ではカーネルおよびユーザーランドイメージはフラッシュメモリに配置されており、ブートローダーによってカーネルのブート前に RAM 上に展開されます。

Armadillo-400 シリーズでは、フラッシュメモリ以外の場所にもカーネルおよびユーザーランドを配置することができます。

本章では、イメージの配置方法と、イメージの配置場所を変えたときに必要となるブートオプションの設定方法について説明します。

8.1. TFTP サーバーに配置する

Hermit-At ブートローダーは、TFTP サーバー上に配置されたカーネルまたはユーザーランドのイメージを取得し RAM 上に展開したあと起動する、tftpboot 機能を有しています。

tftpboot 機能を使用すると、フラッシュメモリにイメージを書くことなく起動できるため、開発の初期段階などイメージの更新が頻繁に行われる際に、効率よく作業することができます。

8.1.1. ファイルの配置

TFTP サーバーのルートディレクトリに、カーネルイメージとユーザーランドイメージを配置してください。



ATDE v3.0 以降では、標準状態で TFTP サーバー (atftpd) が動作しています。/var/lib/tftpboot ディレクトリにファイルを置くことで、TFTP によるアクセスが可能になります。

8.1.2. ブートオプション

ターゲットとなる Armadillo のジャンパを適切に設定し、保守モードで起動してください。

作業用 PC のシリアル通信ソフトウェアを使用して、コマンド^[1]を入力します。

```
hermit> setbootdevice tftp [Armadillo IP adress] [tftp server IP adress]
--kernel=kernel_image_file_name --userland=userland_image_file_name
```

図 8.1 tftpboot コマンド

カーネルとユーザーランドのイメージは、どちらか一方だけ、もしくは両方指定できます。

^[1]書面の都合上折り返して表記しています。実際にはコマンドは 1 行で入力します。

TFTP サーバーの IP アドレスが 192.168.10.1、Armadillo の IP アドレスが 192.168.10.10 で、カーネルイメージのファイル名が `linux.bin.gz`、ユーザーランドのイメージのファイル名が `romfs.img.gz` の場合、以下ようになります^[2]。

```
hermit> setbootdevice tftp 192.168.10.10 192.168.10.1
--kernel=linux.bin.gz --userland=romfs.img.gz
```

図 8.2 tftpboot コマンド例

`setbootdevice` コマンドでブートデバイスを TFTP サーバーに設定した場合、設定は保存され、起動時に毎回カーネルもしくはユーザーランドイメージを TFTP サーバーから取得するようになります。

8.2. ストレージに配置する

Armadillo-400 シリーズでは、カーネルイメージは microSD/SD に、ユーザーランドのルートファイルシステムは microSD/SD または USB メモリにも配置することができます。

ここでは、例として microSD/SD にカーネルイメージとルートファイルシステム両方を配置する手順を説明します。

まず、microSD/SD に 1 つのパーティションを作成し、EXT3 ファイルシステムでフォーマットします。そこにルートファイルシステムを構築し、`/boot/` ディレクトリにカーネルイメージを配置します。どのデバイスからカーネルイメージをロードするかは、Hermit-At のブートオプションで指定します。また、ルートファイルシステムがどこにあるかは、カーネルパラメーターで指定します。



ここで紹介する手順を適用するには、Hermit-At ブートローダー v2.0.3 以降が必要です。Hermit-At ブートローダー v2.0.2 以前では、EXT3 でフォーマットされた起動パーティションを認識できないため、この手順は適用できません。

Hermit-At ブートローダー v2.0.2 以前を使用しなければならない場合は、「Armadillo-400 シリーズ ソフトウェアマニュアル v1.2.0」の記述を参照してください。

8.2.1. パーティション作成

最初に、microSD/SD に 1 つのプライマリパーティションを作成します。

microSD/SD をスロットに挿入し^[3]、「図 8.3. パーティション作成手順」のようにしてパーティションを構成してください。

^[2]書面の都合上折り返して表記しています。実際にはコマンドは 1 行で入力します。

^[3]Armadillo-420/440 の microSD スロットは、ロック式になっています。microSD カードの着脱方法に関しては「Armadillo-400 シリーズ ハードウェアマニュアル」をご参照ください。

```

[armadillo ~]# fdisk /dev/mmcblk0
The number of cylinders for this disk is set to 124277.
There is nothing wrong with that, but this is larger than 1024,
and could in certain setups cause problems with:
 1) software that runs at boot time (e.g., old versions of LIL0)
 2) booting and partitioning software from other OSs
   (e.g., DOS FDISK, OS/2 FDISK)

Command (m for help): d ❶
Selected partition 1

Command (m for help): n ❷
Command action
  e   extended
  p   primary partition (1-4)
p
Partition number (1-4): 1 ❸
First cylinder (1-124277, default 1): ❹
Using default value 1
Last cylinder or +size or +sizeM or +sizeK (1-124277, default 124277): ❺
Using default value 124277

Command (m for help): w ❺
The partition table has been altered!

Calling ioctl() to re-read partition table.
mmcblk0: p1
mmcblk0: p1
Syncing disks.

[armadillo ~]#

```

図 8.3 パーティション作成手順

- ❶ まずは、既存のパーティションを削除します。複数のパーティションがある場合は、全て削除してください。
- ❷ 新しくプライマリパーティションを作成します。
- ❸ 開始シリンダにはデフォルト値(1)を使用するので、そのまま改行を入力してください。
- ❹ 最終シリンダにもデフォルト値(124277)を使用するので、そのまま改行を入力してください。
- ❺ 変更を microSD/SD に書き込みます。



使用する microSD/SD カードによって仕様が異なるため、表示されるシリンダ数は手順通りとはならない場合があります。

8.2.2. ファイルシステムの作成

次に、「図 8.4. ファイルシステム作成手順」のようにして、EXT3 ファイルシステムでフォーマットします。

```
[armadillo ~]# mke2fs -j /dev/mmcblk0p1
mke2fs 1.25 (20-Sep-2001)
Filesystem label=
OS type: Linux
Block size=4096 (log=2)
Fragment size=4096 (log=2)
497984 inodes, 994220 blocks
49711 blocks (5%) reserved for the super user
First data block=0
31 block groups
32768 blocks per group, 32768 fragments per group
16064 inodes per group
Superblock backups stored on blocks:
    32768, 98304, 163840, 229376, 294912, 819200, 884736

Writing inode tables: done
Creating journal (8192 blocks): done
Writing superblocks and filesystem accounting information: done

This filesystem will be automatically checked every 35 mounts or
180.00 days, whichever comes first. Use tune2fs -c or -i to override.
```

図 8.4 ファイルシステム作成手順

8.2.3. カーネルイメージの配置

microSD/SD から起動する場合は、起動パーティションの /boot ディレクトリにカーネルイメージを配置する必要があります。対応しているカーネルイメージは、非圧縮カーネルイメージ (Image, linux.bin) または、圧縮イメージ (Image.gz, linux.bin.gz) のどちらかになります。

ここで説明する例では、カーネルイメージの取得に **wget** コマンドを使用します。**wget** コマンドで指定する URL は製品によって異なりますので、以下の表を参照し適宜読み替えてください。

表 8.1 カーネルイメージのダウンロード先 URL

製品	URL
Armadillo-420	http://download.atmark-techno.com/armadillo-420/image/linux-a400-[version].bin.gz
Armadillo-440	http://download.atmark-techno.com/armadillo-440/image/linux-a400-[version].bin.gz
Armadillo-460	http://download.atmark-techno.com/armadillo-460/image/linux-a460-[version].bin.gz

以下に Armadillo-440 での配置例を示します。

```
[armadillo ~]# mount /dev/mmcblk0p1 /mnt/
[armadillo ~]# mkdir /mnt/boot
[armadillo ~]# cd /mnt/boot
[armadillo /mnt/boot]# wget http://download.atmark-techno.com/armadillo-440/image/linux-a400-
[version].bin.gz
[armadillo /mnt/boot]# mv linux-a400-[version].bin.gz /mnt/boot/linux.bin.gz
[armadillo /mnt/boot]# cd
[armadillo ~]# umount /mnt
```



図 8.5 カーネルイメージの配置

8.2.4. ルートファイルシステムの構築

ここでは、microSD/SD にルートファイルシステムを構築する手順について説明します。

ルートファイルシステムは、Debian/GNU Linux もしくは Atmark-Dist で作成したルートファイルシステムを使用できます。

8.2.4.1. Debian GNU/Linux を構築する

Debian GNU/Linux を構築する場合、付属 DVD の debian ディレクトリ以下のアーカイブを使用するか、弊社ダウンロードサイトからアーカイブを取得します。これは、純粋な Debian GNU/Linux でインストールされるファイルを分割してアーカイブ化したものとなります。これらをファイルシステム上に展開することでルートファイルシステムを構築することができます。



ルートファイルシステムに Debian GNU/Linux を構築する場合は、パーティションの空き容量が約 1GB 以上必要です。

ここで説明する例では、debian アーカイブの取得に **wget** コマンドを使用します。**wget** コマンドで指定する URL は製品によって異なりますので、以下の表を参照し適宜読み替えてください。

表 8.2 Debian アーカイブのダウンロード先 URL

製品	URL
Armadillo-400 シリーズ共通	http://download.atmark-techno.com/armadillo-4x0/debian/debian-lenny-armel-#.tgz ^[1]
	http://download.atmark-techno.com/armadillo-4x0/debian/debian-lenny-armel-a4x0.tgz

^[1]注：#の部分は 1～5 まで

```
[armadillo ~]# mount /dev/mmcblk0p1 /mnt/
[armadillo ~]# mkdir tmp
[armadillo ~]# mount -t ramfs ramfs tmp
[armadillo ~]# cd tmp
[armadillo ~/tmp]# for N in 1 2 3 4 5 a4x0; do
> wget http://download.atmark-techno.com/armadillo-4x0/debian/debian-lenny-armel-${N}.tgz;
> gzip -cd debian-lenny-armel-${N}.tgz | (cd /mnt; tar xf -);
> sync;
> rm -f debian-lenny-armel-${N}.tgz;
> done
[armadillo ~/tmp]# cd
[armadillo ~]# umount tmp
[armadillo ~]# rmdir tmp
[armadillo ~]# umount /mnt
```

図 8.6 Debian アーカイブによるルートファイルシステムの構築例

8.2.4.2. Atmark-Dist イメージから構築する

Atmark-Dist で作成されるルートファイルシステムと同じルートファイルシステムを microSD/SD 上に構築する方法を説明します。Debian を構築する場合に比べ、容量の少ない microSD/SD ヘシステムを構築することができます。

ここで説明する例では、Atmark-Dist で作成されるルートファイルシステムの initrd イメージの取得に **wget** コマンドを使用します。**wget** コマンドで指定する URL は製品によって異なりますので、以下の表を参照し適宜読み替えてください。

表 8.3 Atmark-Dist イメージのダウンロード先 URL

製品	URL
Armadillo-420	http://download.atmark-techno.com/armadillo-420/image/romfs-a420-[version].img.gz
Armadillo-440	http://download.atmark-techno.com/armadillo-440/image/romfs-a440-[version].img.gz
Armadillo-460	http://download.atmark-techno.com/armadillo-460/image/romfs-a460-[version].img.gz

```
[armadillo ~]# mount /dev/mmcblk0p1 /mnt/
[armadillo ~]# mkdir tmp
[armadillo ~]# mkdir romfs
[armadillo ~]# mount -t ramfs ramfs tmp
[armadillo ~]# wget http://download.atmark-techno.com/armadillo-440/image/romfs-a440-
[version].img.gz -P tmp
[armadillo ~]# gzip -d tmp/romfs-a440-[version].img.gz
[armadillo ~]# mount -o loop tmp/romfs-a440-[version].img romfs/
[armadillo ~]# (cd romfs/; tar cf - *) | (cd /mnt; tar xf -)
[armadillo ~]# sync
[armadillo ~]# umount romfs
[armadillo ~]# rmdir romfs
[armadillo ~]# umount tmp
[armadillo ~]# rmdir tmp
[armadillo ~]# umount /mnt
```

図 8.7 Atmark-Dist イメージによるルートファイルシステムの構築例

Atmark-Dist イメージは/etc/fstab の設定がフラッシュメモリ用になっているため、microSD/SD 用に変更する必要があります。

```
[armadillo ~]# mount /dev/mmcblk0p1 /mnt/
[armadillo ~]# vi /mnt/etc/fstab
/dev/mmcblk0p1      /          ext3    defaults    0 1
proc                /proc      proc    defaults    0 0
usbfs              /proc/bus/usb  usbfs  defaults    0 0
sysfs              /sys       sysfs   defaults    0 0
[armadillo ~]# umount /mnt
```

図 8.8 fstab の変更例

8.2.5. ブートデバイスとカーネルパラメーターの設定

カーネルイメージをロードする場所は、Hermit-At のブートデバイス設定で指定します。また、ユーザーランドの場所は、カーネルパラメーターで指定します。

ジャンパにより起動モードを保守モードに設定し、再起動してください。

microSD/SD のパーティション 1 に配置したカーネルイメージで起動するためには、「図 8.9. ブートデバイスの指定」を実行してください。

```
hermit> setbootdevice mmcblk0p1
```

図 8.9 ブートデバイスの指定

ルートファイルシステムを microSD/SD のパーティション 1 にする場合は、「図 8.10. ルートファイルシステム指定例」を実行してください。

```
hermit> setenv console=ttymx1 root=/dev/mmcblk0p1 noinitrd rootwait
```

図 8.10 ルートファイルシステム指定例

ブートデバイスとカーネルパラメーターの設定を元に戻す方法については、「6.7. ブートローダーのパラメータを出荷状態に戻す」を参照してください。

9. Linux カーネルデバイスドライバー仕様

本章では、Armadillo-400 シリーズに固有な Linux カーネルのデバイスドライバーの仕様について説明します。

Armadillo-400 シリーズでは、カーネルコンフィギュレーションを変更することにより、標準で有効になっているもの以外の様々な機能を使用することができます。

Armadillo-400 シリーズで、標準で有効になっていないデバイスドライバーを使用するためには、以下の手順でカーネルコンフィギュレーションをおこなう必要があります。

1. ボードオプションによりどのピンに機能を割り当てるか選択する。

ボードオプションは、make menuconfig でコンフィギュレーションを行う場合、Linux Kernel Configuration の **System Type** → **Freescale MXC Implementations** → **MX25 Options** → **Armadillo-400 Board options** で変更することができます。

ボードオプションでは、一つのピンに複数の機能を割り当てることはできないようになっています。また、機能が割り当てられなかったピンは、GPIO として設定されます。

2. ホスト(マスター)のデバイスドライバーを有効にする。
3. 必要であれば、スレーブのデバイスドライバーを有効にする。
4. 必要であれば、linux-2.6.26-at/arch/arm/mach-mx25/armadillo400.c にデバイス情報を追記する。

カーネルコンフィギュレーションを変更する方法は、「7.1.4. イメージをカスタマイズする」を参照してください。

9.1. UART

i.MX25 プロセッサは UART1 から UART5 までの 5 つの UART モジュールを内蔵しています。Armadillo-400 シリーズが標準状態で使用可能な UART を「表 9.1. 標準状態で使用可能な UART」に示します。

表 9.1 標準状態で使用可能な UART

シリアルインターフェース	使用モジュール	部品番号	備考
シリアルインターフェース 1	UART2	CON3	無し
シリアルインターフェース 2	UART3	CON9	無し
シリアルインターフェース 3	UART5	CON9	無し
シリアルインターフェース 4	UART4	CON19 ^[1]	Armadillo-460 のみ

^[1]信号線は CON11 と共通

カーネルコンフィギュレーションを変更することにより、CON11 に UART3 及び UART4 の機能を割り当てることができます。CON9 もしくは CON11 に機能を割り当てた場合、CTS/RTS によるハードウェアフローコントロールを有効にするか無効にするかを選択することができます。

UART ドライバーは以下の機能を有します。

- ・ 7/8 bit 送受信

- ・ 1/2 ストップビット
- ・ None/Odd/Even パリティ
- ・ XON/XOFF ソフトウェアフローコントロール
- ・ CTS/RTS ハードウェアフローコントロール
- ・ モデム信号コントロール
- ・ スタンダード Linux シリアル API
- ・ 最大ボーレート 230.4Kbps(シリアルインターフェース 1, 4) / 4Mbps^[1] (シリアルインターフェース 2, 3)

各シリアルインターフェースとデバイスファイルの対応を、「表 9.2. シリアルインターフェースとデバイスファイルの対応」に示します。

表 9.2 シリアルインターフェースとデバイスファイルの対応

シリアルインターフェース	デバイスファイル	使用モジュール
シリアルインターフェース 1	/dev/ttymx1	UART2
シリアルインターフェース 2	/dev/ttymx2	UART3
シリアルインターフェース 3	/dev/ttymx4	UART5
シリアルインターフェース 4	/dev/ttymx3	UART4

UART 機能に関連するカーネルコンフィギュレーションのうち、Armadillo-400 シリーズで共通のものを「表 9.3. UART コンフィギュレーション」に、Armadillo-460 固有のものを「表 9.4. UART コンフィギュレーション(Armadillo-460 固有)」に示します。

表 9.3 UART コンフィギュレーション

カーネルコンフィギュレーション	デフォルト	説明
SERIAL_MXC	y	i.MX のシリアルドライバーを有効にします
SERIAL_MXC_CONSOLE	y	i.MX のシリアルドライバーを使ったシステムコンソールを有効にします
ARMADILLO400_UART3_CON9	y	CON9 の UART3 を有効にします CON9_3 を UART3_RXD に、CON9_5 を UART3_TXD に使用します
ARMADILLO400_UART3_HW_FLOW_CON9	n	CON9 の UART3 のハードウェアフローコントロールを有効にします CON9_11 を UART3_RTS に、CON9_13 を UART3_CTS に使用します ARMADILLO400_UART3_CON9 に依存します
ARMADILLO400_UART3_CON11	n	CON11 の UART3 を有効にします CON11_40 を UART3_RXD に、CON11_41 を UART3_TXD に使用します ARMADILLO400_UART3_CON9 と排他です
ARMADILLO400_UART3_HW_FLOW_CON11	n	CON11 の UART3 のハードウェアフローコントロールを有効にします CON11_42 を UART3_RTS に、CON11_43 を UART3_CTS に使用します ARMADILLO400_UART3_CON11 に依存します

^[1]DMA 転送を有効にした場合。標準では DMA 転送は無効になっています。

カーネルコンフィギュレーション	デフォルト	説明
ARMADILLO400_UART4_CON11	n	CON11 の UART4 を有効にします CON11_44 を UART4_RXD に、CON11_45 を UART4_TXD に使用します
ARMADILLO400_UART4_HW_FLOW_CON11	n	CON11 の UART4 のハードウェアフローコントロールを有効にします CON11_46 を UART4_RTS に、CON11_47 を UART4_CTS に使用します ARMADILLO400_UART4_CON11 に依存します
ARMADILLO400_UART5_CON9	y	CON9 の UART5 を有効にします CON9_4 を UART5_RXD に、CON9_6 を UART5_TXD に使用します
ARMADILLO400_UART5_HW_FLOW_CON9	n	CON9 の UART5 のハードウェアフローコントロールを有効にします CON9_12 を UART5_RTS に、CON9_14 を UART5_CTS に使用します ARMADILLO400_UART5_CON9 に依存します

表 9.4 UART コンフィギュレーション(Armadillo-460 固有)

カーネルコンフィギュレーション	デフォルト	説明
ARMADILLO460_UART4_CON19	y	CON19 の UART4 を有効にします CON19_3 を UART4_RXD に、CON19_5 を UART4_TXD に使用します
ARMADILLO460_UART4_HW_FLOW_CON19	y	CON19 の UART4 のハードウェアフローコントロールを有効にします CON19_4 を UART4_RTS に、CON19_6 を UART4_CTS に使用します ARMADILLO460_UART4_CON19 に依存します

9.2. Ethernet

Armadillo-400 シリーズの Ethernet ドライバーは以下の機能を有します。

- ・ AutoNegotiation サポート
- ・ CarrierDetect サポート
- ・ Ethtool サポート
 - ・ link status
 - ・ 10/100Mbps Speed
 - ・ Full/Half Duplex
 - ・ AutoNegotiation enable/disable

Ethernet 機能に関連するカーネルコンフィギュレーションを「表 9.5. Ethernet コンフィギュレーション」に示します。

表 9.5 Ethernet コンフィギュレーション

カーネルコンフィギュレーション	デフォルト	説明
NETDEVICES	y	Linux カーネルのネットワークデバイスサポートを有効にします

カーネルコンフィギュレーション	デフォルト	説明
NET_ETHERNET	y	Linux カーネルの 10/100 Mbps Ethernet サポートを有効にします
MX25_FEC	y	i.MX25 内蔵の FEC(Fast Ethernet Controller)ドライバーを有効にします

9.3. MMC/SD/SDIO ホスト

i.MX25 プロセッサは、MMC/SD/SDIO ホストコントローラ(eSDHC)を二個内蔵しています。Armadillo-400 シリーズでは、標準状態で eSDHC1 を microSD/SD スロット(CON1)に使用しています。また、カーネルコンフィギュレーションを変更することにより、CON9 に eSDHC2 の機能を割り当てることができます。

Armadillo-400 シリーズの MMC/SD/SDIO ホストドライバーは以下の機能を有します。

- ・ 4 ビットモード
- ・ カードディテクト

microSD/SD カードスロットにカードが挿入されると、/dev/mmcblkN (N は 0 または 1)として認識されます。

MMC/SD/SDIO ホスト機能に関連するカーネルコンフィギュレーションを「表 9.6. MMC/SD/SDIO ホストコントローラ コンフィギュレーション」に示します。

表 9.6 MMC/SD/SDIO ホストコントローラ コンフィギュレーション

カーネルコンフィギュレーション	デフォルト	説明
MMC	y	Linux カーネルの MMC/SD/SDIO カードサポートを有効にします
MMC_UNSAFE_RESUME	y	スリープからのリジューム時に SD/MMC カードのプロープ処理を行わないようにします。詳細は「9.20.1.2. スリープ中の外部デバイスの扱いについて」を参照してください
MMC_BLOCK	y	Linux カーネルの MMC ブロックデバイスドライバーを有効にします
MMC_BLOCK_BOUNCE	y	MMC ドライバがバウンスバッファを使用するように指定します
MMC_IMX_ESDHCI	y	i.MX25 の eSDHC ドライバーを有効にします
ARMADILLO400_SDHC2_CON9	n	CON9 の SDHC2 を有効にします CON9_15 から CON9_24 を使用します

9.4. USB 2.0 ホスト

Armadillo-400 シリーズの USB 2.0 ホストドライバーは以下の機能を有します。

- ・ EHCI 準拠
- ・ OTG 非サポート
- ・ USB High Speed ホスト × 1
- ・ USB Full Speed ホスト × 1

USB デバイスが検出されると、/dev/sd* にマップされます。

USB ホスト機能に関連するカーネルコンフィギュレーションを「表 9.7. USB ホストコンフィギュレーション」に示します。

表 9.7 USB ホストコンフィギュレーション

カーネルコンフィギュレーション	デフォルト	説明
USB_SUPPORT	y	Linux カーネルの USB サポートを有効にします
USB	y	Linux カーネルの USB ホストサポートを有効にします
USB_EHCI_HCD	y	Linux カーネルの EHCI(Enhanced Host Controller Interface) サポートを有効にします
USB_EHCI_ARC	y	i.MX の USB ドライバーを有効にします
USB_EHCI_ARC_H2	y	i.MX の USB Host2 サポートを有効にします
USB_EHCI_ARC_H2_DELAYPROBE	n	USB Host2 の Delayed Probe 機能を有効にします
USB_EHCI_ARC_H2_WAKE_UP	n	USB Host2 によるウェイクアップ機能を有効にします ^[1]
USB_EHCI_ARC_H2_FSL_SERIAL	y	USB Host2 の PHY としてオンチップ Full Speed シリアルトランシーバーを使用します
USB_EHCI_ARC_OTG	y	i.MX の OTG ポートサポートを有効にします ^[2]
USB_EHCI_ARC_OTG_DELAYPROBE	n	OTG ポートの Delayed Probe 機能を有効にします
USB_EHCI_ARC_OTG_WAKE_UP	n	OTG ポートによるウェイクアップ機能を有効にします ^[1]
USB_EHCI_ARC_OTG_FSL_UTMI	y	OTG ポートの PHY としてオンチップ High Speed UTMI トランシーバーを使用します
USB_STATIC_IRAM	y	USB のデータ転送に内蔵 RAM を使用します
USB_STATIC_IRAM_TD_SIZE	2048	USB のデータ転送に使用する内蔵 RAM のサイズを指定します

^[1]Armadillo-400 シリーズではサポートされていません。

^[2]Armadillo-400 シリーズではホストのみサポートされています

9.5. フレームバッファ

Armadillo-440/460 のビデオ出力機能は、フレームバッファデバイスとして実装されています。

フレームバッファデバイスドライバーは以下の機能を有します。

- ・ ダブルバッファサポート
- ・ 最大解像度 SVGA

Armadillo-440 液晶モデルおよび、Armadillo-460 ベーシックモデルの標準では、以下の設定になっています。

- ・ 解像度 480 × 272 ピクセル
- ・ RGB 565 カラー

フレームバッファとデバイスファイルの対応を、「表 9.8. フレームバッファとデバイスファイルの対応」に示します。

表 9.8 フレームバッファとデバイスファイルの対応

フレームバッファ	デバイスファイル
バックグラウンドプレーン	/dev/fb0
グラフィックウィンドウ	/dev/fb1

フレームバッファに関連するカーネルコンフィギュレーションを「表 9.9. フレームバッファ コンフィギュレーション」に示します。

表 9.9 フレームバッファ コンフィギュレーション

カーネルコンフィギュレーション	デフォルト	説明
FB	y	Linux カーネルのフレームバッファサポートを有効にします
FB_MXC	y	i.MX25 のフレームバッファドライバーを有効にします
FB_MXC_MODE_FG040360DSSWBG03	y	フレームバッファのビデオモードを FG040360DSSWBG03 に対応したものに設定します。ビデオモードを変更することで、他の LCD に対応することができます
FB_MXC_BPP_16	y	bpp を 16 に設定します
MXC_SYNC_PANEL	y	フレームバッファを同期モードに設定します
FRAMEBUFFER_CONSOLE	y	フレームバッファコンソールを有効にします
LOGO	y	ブートロゴを有効にします
LOGO_ARMADILLO_CLUT224	y	Armadillo 用ブートロゴを有効にします

9.6. LED バックライト

Armadillo-440/460 の LED バックライト機能は、バックライトクラスとして実装されています。Armadillo-440/460 では、汎用の PWM 機能を使用してバックライトの制御を行っています^[2]。PWM 機能の詳細に関しては、「9.17. PWM」を参照してください。

バックライトの制御は、`/sys/class/backlight/pwm-backlight` ディレクトリ以下のファイルによって行うことができます。輝度の調整は、`brightness` ファイルによって行うことができます。 `brightness` ファイルに 0(消灯)~255(最高輝度)までの数値を書き込むことにより、輝度を変更することができます。また、`brightness` ファイルを読むことにより現在の輝度を知ることができます。バックライトの点灯/消灯は、`bl_power` ファイルによって行うことができます。 `bl_power` に 0 を書き込むと消灯になり、1 を書き込むと点灯になります。

LED バックライトに関連するカーネルコンフィギュレーションを「表 9.10. LED バックライト コンフィギュレーション」に示します。

表 9.10 LED バックライト コンフィギュレーション

カーネルコンフィギュレーション	デフォルト	説明
BACKLIGHT_LCD_SUPPORT	y	Linux カーネルのバックライトと LCD サポートを有効にします
BACKLIGHT_CLASS_DEVICE	y	Linux カーネルのバックライトクラスサポートを有効にします
BACKLIGHT_PWM	y	PWM ベースのバックライトドライバを有効にします

9.7. タッチスクリーン

Armadillo-440/460 のタッチスクリーン機能は、インプットデバイスとして実装されており、ユーザーランドとのインターフェースとしてイベントインターフェースを提供しています。


「表 9.11. タッチスクリーンイベント」に示すイベントが発生します。

表 9.11 タッチスクリーンイベント

Type	Code	Value
EV_KEY(1)	BTN_TOUCH(330)	0 or 1
EV_ABS(3)	ABS_X(0)	100 ~ 4000
EV_ABS(3)	ABS_Y(1)	100 ~ 4000
EV_ABS(3)	ABS_PRESSURE(24)	0 or 1

^[2]Armadillo-400 シリーズで採用している i.MX25 プロセッサが内蔵している LCDC (Liquid Crystal Display Controller) は、バックライト制御機能を有していますが、Armadillo-440/460 ではこれは使用していません。

Armadillo-440 液晶モデルおよび Armadillo-460 ベーシックモデルの標準状態では、タッチスクリーンのイベントデバイスは /dev/input/event1 にマップされます。



イベントデバイスの番号は、検出された順番に割り振られます。そのため、USB キーボードなど他のインプットデバイスが起動時に検出されると、タッチスクリーンのイベントデバイス番号は変わる可能性があります。

タッチスクリーンに関連するカーネルコンフィギュレーションを「表 9.12. タッチスクリーン コンフィギュレーション」に示します。

表 9.12 タッチスクリーン コンフィギュレーション


カーネルコンフィギュレーション	デフォルト	説明
INPUT	y	Linux カーネルのインプットレイヤサポートを有効にします
INPUT_EVDEV	y	インプットレイヤのイベントデバイスサポートを有効にします
INPUT_TOUCHSCREEN	y	Linux カーネルのタッチスクリーンサポートを有効にします
TOUCHSCREEN_IMX_ADC	y	i.MX のタッチスクリーンドライバを有効にします

9.8. オーディオ

Armadillo-400 シリーズのオーディオ機能は、ALSA デバイスとして実装されています。ALSA デバイスドライバは以下の機能を有します。


- ・ Playback(2ch) / Capture(1ch)
- ・ サンプリング周波数 48k, 32k, 16k, 8k Hz
- ・ フォーマット Signed 16/20/24 bit, Little-endian

オーディオデバイスの制御は、ALSA ライブラリ (libasound2) を通じて行うことができます。



Armadillo-400 シリーズのオーディオドライバでは、録音と再生を同時に行うことはできません。

i.MX25 では、オーディオマルチプレクスにより、オーディオ機能をどのピンで使用するかを選択することができます。Armadillo-400 シリーズではカーネルコンフィギュレーションでオーディオマルチプレクスの設定をおこなうことができます。Armadillo-440 の標準状態では、オーディオマルチプレクスは AUD5 を使用するようになっており、オーディオ機能は CON11 に接続されます。コンフィギュレーションにより AUD6 を使用することで CON9 に接続することができます。



Armadillo-460 の標準状態では、CON11 の AUD5 信号を UART4 として利用している^[3]ため、オーディオ機能を使用することができません。Armadillo-460 でオーディオを使用する場合はカーネルコンフィギュレーションを変更する必要があります。

^[3]CON11_44 から CON11_47 と、CON19_3 から CON19_6 の信号線は共通です。

オーディオ 機能に関連するカーネルコンフィギュレーションを「表 9.13. オーディオ コンフィギュレーション」に示します。

表 9.13 オーディオ コンフィギュレーション

カーネルコンフィギュレーション	デフォルト		説明
	Armadillo-440	Armadillo-460	
SOUND	y	n	Linux カーネルのサウンドカードサポートを有効にします
SND	y	n	Linux カーネルの ALSA サポートを有効にします
SND_SOC	y	n	Linux カーネルの ASoC サポートを有効にします
SND_MXC_SOC	y	n	i.MX でオーディオ機能を実現するためのドライバーを有効にします
SND_SOC_ARMADILLO440_WM8978	y	n	Armadillo-400 シリーズで WM8978 コーデックを使用したオーディオ機能を実現するためのドライバーを有効にします
ARMADILLO400_AUD5_CON11	y	n	CON11 にオーディオ機能を出力します CON11_42 から CON11_47 を使用します
ARMADILLO400_AUD6_CON9	n	n	CON9 にオーディオ機能を出力します CON9_15, 17, 21, 22, 23, 24 を使用します ARMADILLO400_AUD5_CON11 と排他です

9.9. GPIO

Armadillo-400 シリーズの GPIO は、generic GPIO として実装されています。

ユーザーランドから GPIO を操作するためのインターフェースとしては、GPIO sysfs と Armadillo-200 シリーズ互換 GPIO ドライバーの 2 つがあります。標準状態では GPIO sysfs ドライバーが有効になっています。

カーネルコンフィギュレーションで機能が割り当てられなかったピンは、全て GPIO として設定されます。

9.9.1. GPIO sysfs

GPIO sysfs では、/sys/class/gpio/(GPIO_NAME) ディレクトリ以下のファイルで入出力方向の設定、出力レベルの設定、入出力レベルの取得を行うことができます。

GPIO_NAME ディレクトリと GPIO ピンの対応を「表 9.14. GPIO_NAME と GPIO ピンの対応」に示します。

表 9.14 GPIO_NAME と GPIO ピンの対応

GPIO_NAME	GPIO ピン	初期入出力方向	初期出力レベル
CON9_1	CON9 1 ピン	入力	-
CON9_2	CON9 2 ピン	入力	-
CON9_11	CON9 11 ピン	入力	-
CON9_12	CON9 12 ピン	入力	-
CON9_13	CON9 13 ピン	入力	-
CON9_14	CON9 14 ピン	入力	-
CON9_15	CON9 15 ピン	入力	-

GPIO_NAME	GPIO ピン	初期入出力方向	初期出力レベル
CON9_16	CON9 16 ピン	入力	-
CON9_17	CON9 17 ピン	入力	-
CON9_18	CON9 18 ピン	入力	-
CON9_21	CON9 21 ピン	入力	-
CON9_22	CON9 22 ピン	入力	-
CON9_23	CON9 23 ピン	入力	-
CON9_24	CON9 24 ピン	入力	-
CON9_25	CON9 25 ピン	入力	-
CON9_26	CON9 26 ピン	入力	-
CON9_27	CON9 27 ピン	出力	LOW
CON9_28	CON9 28 ピン	出力	LOW

`/sys/class/gpio/(GPIO_NAME)/direction` ファイルで入出力方向の設定を行うことができます。「表 9.15. GPIO 入出力方向の設定」に示す設定を `direction` ファイルに書き込むことにより、入出力方向を設定します。また、`direction` ファイルを読み込むことで現在の設定を知ることができます。

表 9.15 GPIO 入出力方向の設定

設定	説明
high	入出力方向を出力に、出力レベルを HIGH レベルに設定します。出力レベルの取得/設定を行うことができます。
low	入出力方向を出力に、出力レベルを LOW レベルに設定します。出力レベルの取得/設定を行うことができます。
out	low を設定した場合と同じです。
in	入出力方向を入力に設定します。入力レベルの取得を行うことができます。

`/sys/class/gpio/(GPIO_NAME)/value` ファイルで出力レベルの設定、入出力レベルの取得を行うことができます。0 が LOW レベルを、1 が HIGH レベルを意味します。

`/sys/class/gpio/(GPIO_NAME)/edge` ファイルで割り込みタイプの設定を行うことができます。「表 9.16. GPIO 割り込みタイプの設定」に示す設定を `edge` ファイルに書き込むことにより、割り込みタイプを設定します。また、`edge` ファイルを読み込むことで現在の設定を知ることができます。

表 9.16 GPIO 割り込みタイプの設定

設定	説明
none	割り込みの検出を行いません。
falling	立ち下がりエッジで割り込みの検出を行います。
rising	立ち上がりエッジで割り込みの検出を行います。
both	立ち下がり、立ち上がり両方のエッジで割り込みの検出を行います。

C 言語で GPIO sysfs の割り込みを扱う例を、「図 9.1. GPIO sysfs 割り込みサンプルプログラム」に示します。サンプルプログラムを実行すると、CON9_1 の入出力方向を入力に、割り込みタイプを立ち下がりエッジ(falling)に設定して、割り込み待ちになります。割り込みを検出したら、そのときの GPIO ピンのレベルを表示します。3 回割り込みを検出したら、プログラムを終了します。


```
#include <stdio.h>
#include <unistd.h>
#include <poll.h>
#include <fcntl.h>

#define GPIO_DIR "/sys/class/gpio"
#define GPIO_NAME "CON9_1"
#define GPIO_PATH GPIO_DIR "/" GPIO_NAME "/"

int main(void)
{
    int fd;
    int i;

    fd = open(GPIO_PATH "direction", O_RDWR);
    write(fd, "in", 2);
    close(fd);

    fd = open(GPIO_PATH "edge", O_RDWR);
    write(fd, "falling", 7);
    close(fd);

    for (i=0; i < 3; i++) {
        char val;
        struct pollfd pfd;

        fd = open(GPIO_PATH "value", O_RDWR);
        read(fd, &val, 1);

        printf("waiting for interrupt..."); fflush(stdout);

        pfd.fd = fd;
        pfd.events = POLLIN;
        pfd.revents = 0;
        poll(&pfd, 1, -1);

        lseek(fd, 0, SEEK_SET);
        read(fd, &val, 1);
        close(fd);

        printf("OK (%c, %s)\n", val, val == '0' ? "Low" : "High");
        usleep(100000);
    }

    return 0;
}
```

図 9.1 GPIO sysfs 割り込みサンプルプログラム

- ❶ edge ファイルに "falling" を書き込む事で、割り込みタイプを立ち下がりエッジに指定します。
- ❷ 割り込みタイプを指定した後で、value ファイルをオープンします。
- ❸ 一度 value ファイルを空読みします。これ以降に発生した割り込みがポーリングの対象になります。
- ❹ poll または select システムコールで割り込みの発生を待つことができます。

- ⑤ 一度空読みしているの、割り込み発生後の GPIO ピンのレベルを調べるためには、lseek システムコールでオフセットをファイルの先頭に戻す必要があります。


GPIO sysfs に関連するカーネルコンフィギュレーションを「表 9.17. GPIO sysfs コンフィギュレーション」に示します。

表 9.17 GPIO sysfs コンフィギュレーション

カーネルコンフィギュレーション	デフォルト	説明
GPIO_SYSFS	y	Linux カーネルの GPIO sysfs サポートを有効にします
GPIO_SYSFS_PRIVATE_NAMING	y	GPIO sysfs の別名をつけてエクスポートできる機能を有効にします

9.9.2. Armadillo-200 シリーズ互換 GPIO ドライバー

Armadillo-200 シリーズ互換 GPIO ドライバーでは、対応するデバイスファイルに対して ioctl を発行することにより、GPIO の操作および状態の取得を行うことができます。




Armadillo-200 シリーズ互換 GPIO ドライバーは標準状態では無効になっています。有効にするには Linux カーネルコンフィギュレーションで、CONFIG_GPIO_SYSFS を無効に、CONFIG_ARMADILLO2X0_GPIO を有効にして、カーネルをビルドする必要があります。

Armadillo-200 シリーズ互換 GPIO ドライバーでの GPIO 名と GPIO ピンの対応を「表 9.18. Armadillo-200 シリーズ互換 GPIO ドライバー GPIO 一覧」に示します。

表 9.18 Armadillo-200 シリーズ互換 GPIO ドライバー GPIO 一覧

GPIO 名	GPIO ピン	初期入出力方向	初期出力レベル
GPIO0	CON9 21 ピン	入力	-
GPIO1	CON9 22 ピン	入力	-
GPIO2	CON9 23 ピン	入力	-
GPIO3	CON9 24 ピン	入力	-
GPIO4	CON9 25 ピン	入力	-
GPIO5	CON9 26 ピン	入力	-
GPIO6	CON9 27 ピン	出力	LOW
GPIO7	CON9 28 ピン	出力	LOW
GPIO8	CON9 11 ピン	入力	-
GPIO9	CON9 12 ピン	入力	-
GPIO10	CON9 13 ピン	入力	-
GPIO11	CON9 14 ピン	入力	-
GPIO12	CON9 15 ピン	入力	-
GPIO13	CON9 16 ピン	入力	-
GPIO14	CON9 17 ピン	入力	-
GPIO15	CON9 18 ピン	入力	-



Armadillo-200 シリーズ互換 GPIO ドライバーでの GPIO 名と対応する GPIO ピンの位置は、Armadillo-200 シリーズと同じになっています。そのため、Armadillo-200 シリーズ互換 GPIO ドライバーでは Armadillo-400 シリーズで使用可能な GPIO のうち、一部だけしか操作することができません。

デバイスファイルのパラメータは、以下の通りです。

表 9.19 Armadillo-200 シリーズ互換 GPIO ドライバーデバイスファイル

タイプ	メジャー番号	マイナー番号	デバイスファイル
キャラクタデバイス	10	185	/dev/gpio

ioctl の第 1 引数には、デバイスファイルのファイルディスクリプタを指定します。第 2 引数には、GPIO を操作するためのコマンドを指定します。

表 9.20 Armadillo-200 シリーズ互換 GPIO ドライバー ioctl コマンド

コマンド	説明	第 3 引数の Type
PARAM_SET	第 3 引数で指定する内容で GPIO の状態を設定します	struct gpio_param
PARAM_GET	第 3 引数で指定する内容で GPIO の状態を取得します	struct gpio_param
INTERRUPT_WAIT	第 3 引数で指定する内容で GPIO の割込みが発生するまで WAIT します	struct wait_param

第 3 引数には、(カーネルソース)/include/linux/armadillo2x0_gpio.h に定義されている構造体「struct gpio_param」と「struct wait_param」を使用します。「struct gpio_param」は単方向リストになっているので、複数の GPIO を一度に制御する場合は next メンバを使用してください。また、リストの最後の next メンバには"0(NULL)"を指定してください。GPIO デバイスドライバーの詳細な使用方法については、GPIO 操作アプリケーション (atmark-dist/vendors/AtmarkTechno/Armadillo-4x0.Common/gpioctrl)のソースコードを参考にしてください。

Armadillo-200 シリーズ互換 GPIO ドライバーに関連するカーネルコンフィギュレーションを「表 9.21. Armadillo-200 シリーズ互換 GPIO ドライバー コンフィギュレーション」に示します。

表 9.21 Armadillo-200 シリーズ互換 GPIO ドライバー コンフィギュレーション

カーネルコンフィギュレーション	デフォルト	説明
ARMADILLO2X0_GPIO	n	Armadillo-200 シリーズ互換 GPIO ドライバーを有効にします ^[1]

^[1]GPIO_SYSFS と排他なため、GPIO_SYSFS=n の場合だけ選択できます。

9.10. LED

Armadillo-400 シリーズの LED ドライバーは、LED クラスドライバーと Armadillo-200 シリーズ互換 LED ドライバーの 2 つがあります。標準状態では、LED クラスドライバーが有効になっています。

9.10.1. LED クラス

/sys/class/leds/(LED_NAME) ディレクトリ以下のファイルによって、LED の制御を行うことができます。

点灯/消灯の制御は、/sys/class/leds/(LED_NAME)/brightness ファイルによって行うことができます。brightness ファイルに 0 を書き込むと消灯、0 以外の数値を書き込むと点灯となります。

LED クラスでは、点滅などの制御はトリガーという仕組みを使用して行います。Armadillo-400 シリーズでは、mmc0、timer、heartbeat、default-on のトリガーを使用することができます。各文字列を、/sys/class/leds/(LED_NAME)/trigger ファイルに書き込むことでトリガーが有効になります。mmc0 トリガーを有効にすると MMC/SD カードへの読み書きに連動して LED が点灯/消灯します。timer トリガーにより、指定した周期で LED を点滅させることができます。timer トリガーを有効にすると、新しく /sys/class/leds/(LED_NAME)/delay_on と /sys/class/leds/(LED_NAME)/delay_off ファイルが作成されます。それぞれのファイルに点灯時間[msec]と消灯時間[msec]を書き込むことで LED が点滅します。heartbeat トリガーを有効にすると、鼓動のように LED が点滅します。default-on トリガーを有効にすると、点灯状態で起動します。

LED_NAME と対応する LED の一覧を「表 9.22. LED 一覧」に示します。

表 9.22 LED 一覧

LED_NAME	対応する LED	デフォルトトリガー
red	LED3	default-on
green	LED4	default-on
yellow	LED5	なし

LED クラスに関連するカーネルコンフィギュレーションを「表 9.23. LED クラス コンフィギュレーション」に示します。

表 9.23 LED クラス コンフィギュレーション

カーネルコンフィギュレーション	デフォルト	説明
NEW_LEDS	y	Linux カーネルの LED サポートを有効にします
LEDS_CLASS	y	Linux カーネルの LED クラスサポートを有効にします
LEDS_GPIO	y	GPIO 接続の LED クラスサポートを有効にします
LEDS_TRIGGERS	y	LED クラスのトリガーサポートを有効にします
LEDS_TRIGGER_TIMER	y	タイマトリガーサポートを有効にします
LEDS_TRIGGER_HEARTBEAT	y	ハートビートトリガーサポートを有効にします
LEDS_TRIGGER_DEFAULT_ON	y	デフォルト ON トリガーサポートを有効にします

9.10.2. Armadillo-200 シリーズ互換 LED ドライバー

Armadillo-200 シリーズ互換 LED ドライバーでは、対応するデバイスファイルに対して ioctl を発行することにより、LED の操作を行うことができます。



Armadillo-200 シリーズ互換 LED ドライバーは標準状態では無効になっています。有効にするには Linux カーネルコンフィギュレーションで、CONFIG_LEDS_GPIO を無効に、CONFIG_ARMADILLO2X0_LED を有効にして、カーネルをビルドする必要があります。

LED に対応するデバイスファイルのパラメータは、以下の通りです。

表 9.24 LED ノード

タイプ	メジャー番号	マイナー番号	デバイスファイル
キャラクタデバイス	10	215	/dev/led

ioctl の第 1 引数には、デバイスファイルのファイルディスクリプタを指定します。第 2 引数には、LED を操作するためのコマンドを指定します。

表 9.25 LED 操作コマンド

コマンド	説明	第 3 引数の Type
LED_RED_ON	LED3(赤)を点灯します	なし
LED_RED_OFF	LED3(赤)を消灯します	なし
LED_RED_STATUS	LED3(赤)の点灯状態を取得します	状態を保存するバッファ(最小 1 バイト)
LED_RED_BLINKON	LED3(赤)の点滅を開始します	なし
LED_RED_BLINKOFF	LED3(赤)の点滅を停止します	なし
LED_RED_BLINKSTATUS	LED3(赤)の点滅状態を取得します	状態を保存するバッファ(最小 1 バイト)
LED_GREEN_ON	LED(緑)を点灯します	なし
LED_GREEN_OFF	LED4(緑)を消灯します	なし

コマンド	説明	第 3 引数の Type
LED_GREEN_STATUS	LED4(緑)の点灯状態を取得します	状態を保存するバッファ(最小 1 バイト)
LED_GREEN_BLINKON	LED4(緑)の点滅を開始します	なし
LED_GREEN_BLINKOFF	LED4(緑)の点滅を停止します	なし
LED_GREEN_BLINKSTATUS	LED4(緑)の点滅状態を取得します	状態を保存するバッファ(最小 1 バイト)

LED デバイスドライバーの詳細な使用方法については、サンプルの LED 制御アプリケーション(atmark-dist/vendors/AtmarkTechno/Armadillo-440/ledctrl)のソースコードを参考にしてください。

Armadillo-200 シリーズ互換 LED ドライバーに関連するカーネルコンフィギュレーションを「表 9.26. Armadillo-200 シリーズ互換 LED ドライバー コンフィギュレーション」に示します。

表 9.26 Armadillo-200 シリーズ互換 LED ドライバー コンフィギュレーション

カーネルコンフィギュレーション	デフォルト	説明
ARMADILLO2X0_LED	n	Armadillo-200 シリーズ互換 LED ドライバーを有効にします ^[1]

^[1]LEDS_GPIO と排他的なため、LEDS_GPIO=n の場合だけ選択できます。

9.11. ボタン

Armadillo-400 シリーズでは、ボタン入力はインプットデバイスとして実装されており、ユーザーランドとのインターフェースとしてイベントインターフェースを提供しています。

Armadillo-400 シリーズ共通のボタンデバイスとして、オンボードタクトスイッチが使用可能です。また、Armadillo-400 シリーズ LCD 拡張ボードにボタンが 3 個実装されており、Armadillo-440/460 ではこれらもボタンデバイスとして使用可能です。


それぞれのボタンに対するイベントを、「表 9.27. Armadillo-400 シリーズ ボタンイベント」に示します。

表 9.27 Armadillo-400 シリーズ ボタンイベント


ボタン	Type	Code	Value
SW1	EV_KEY(1)	KEY_ENTER(28)	0 or 1
LCD_SW1 ^[1]	EV_KEY(1)	KEY_BACK(158)	0 or 1
LCD_SW2 ^[1]	EV_KEY(1)	KEY_MENU(139)	0 or 1
LCD_SW3 ^[1]	EV_KEY(1)	KEY_HOME(102)	0 or 1

^[1]Armadillo-440/460 に、Armadillo-400 シリーズ LCD 拡張ボードを接続した場合に使用可能

標準状態では、ボタンに対応するイベントデバイスは /dev/input/event0 にマップされます。



イベントデバイスの番号は、検出された順番に割り振られます。そのため、USB キーボードなど他のインプットデバイスが起動時に検出されると、ボタンのイベントデバイス番号は変わる可能性があります。



Armadillo-460 の SW2 はリセットスイッチであるため、ボタンデバイスとして使用することができません。

ボタンに関連するカーネルコンフィギュレーションを「表 9.28. ボタン コンフィギュレーション」に示します。

表 9.28 ボタン コンフィギュレーション

カーネルコンフィギュレーション	デフォルト	説明
INPUT	y	Linux カーネルのインプットレイヤサポートを有効にします
INPUT_EVDEV	y	インプットレイヤのイベントデバイスサポートを有効にします
INPUT_KEYBOARD	y	Linux カーネルのキーボードサポートを有効にします
KEYBOARD_GPIO	y	GPIO キーボードドライバを有効にします

9.12. リアルタイムクロック

Armadillo-460、Armadillo-400 シリーズ LCD 拡張ボード、Armadillo-400 シリーズ RTC オプションモジュール及び Armadillo-400 シリーズ WLAN オプションモジュールには、リアルタイムクロック (セイコーインスツル社製 S-35390A)が搭載されています。Armadillo-420/440 でリアルタイムクロック機能を使用する場合は、拡張ボードまたはオプションモジュールと組み合わせて使用する必要があります。

リアルタイムクロックは、I2C バスに接続された I2C スレーブデバイスとして動作します。リアルタイムクロックと I2C バスとの接続を「表 9.29. リアルタイムクロック I2C バス接続」に示します。

表 9.29 リアルタイムクロック I2C バス接続

RTC 搭載 ボード/オプションモジュール名	I2C バス	アドレス	優先順位
Armadillo-400 シリーズ RTC オプションモジュール	I2C2	0x30	1
Armadillo-400 シリーズ WLAN オプションモジュール	I2C2	0x30	1
Armadillo-400 シリーズ LCD 拡張ボード	I2C3	0x30	2
Armadillo-460	I2C-GPIO	0x30	3

リアルタイムクロックは、デバイスファイルまたは sysfs ファイルを使用して操作することができます。デバイスファイルは /dev/rtc*N* に、sysfs ファイルは /sys/class/rtc/rtc*N*/ ディレクトリ以下に作成されます^[4]。リアルタイムクロックが一つだけ接続されている場合、/dev/rtc0 デバイスファイルまたは /sys/class/rtc/rtc0/ ディレクトリ以下の sysfs ファイルでリアルタイムクロックを操作することができます。システムにリアルタイムクロックが二つ以上存在する場合、「表 9.29. リアルタイムクロック I2C バス接続」の「優先順位」の数字が小さいものから順に /dev/rtc0, /dev/rtc1 と割り当てられます^[5]。この場合、atmark-dist に含まれる hwclock 等のアプリケーションでは、/dev/rtc0 だけが使用されます。

デバイスファイルを使用したインターフェースに関しては、linux-2.6.26-at/Documents/rtc.txt を参照してください。sysfs を使用したインターフェースには、「表 9.30. リアルタイムクロック sysfs インターフェース」に示すものがあります。

表 9.30 リアルタイムクロック sysfs インターフェース

sysfs ファイル	説明
since_epoch	このファイルを読み出すと、現在の UNIX エポックからの経過秒数を返す。
date	このファイルを読み出すと、現在の日付を返す。
time	このファイルを読み出すと、現在の時刻を返す。
wakealarm	このファイルに UNIX エポックからの経過秒数、もしくは、先頭に+を付けて現在時刻からの経過秒数を書き込むと、アラーム割り込み発生時刻を指定できる。詳細は、「9.12.2. アラーム割り込み」参照。

^[4]*N* は 0 から始まる数値文字。

^[5]例えば、Armadillo-440 に Armadillo-400 シリーズ LCD 拡張ボードと Armadillo-400 シリーズ WLAN オプションモジュールを接続した場合、リアルタイムクロックが二つ接続された状態となり、/dev/rtc0 が I2C2 (Armadillo-400 シリーズ WLAN オプションモジュール)のリアルタイムクロックに対応し、/dev/rtc1 が I2C3 (Armadillo-400 シリーズ LCD 拡張ボード)のリアルタイムクロックに対応します。

リアルタイムクロック機能に関連するカーネルコンフィギュレーションを「表 9.31. リアルタイムクロックコンフィギュレーション」に示します^[6]。

表 9.31 リアルタイムクロックコンフィギュレーション

カーネルコンフィギュレーション	デフォルト	説明
RTC_CLASS	y	RTC クラスを有効にします
RTC_HCTOSYS	y	起動時にリアルタイムクロックの値をシステムタイムに反映させます
RTC_HCTOSYS_DEVICE	rtc0	起動時にシステムクロックを設定する際に使用するデバイスを指定します
RTC_INTF_SYSFS	y	sysfs インターフェースを有効にします
RTC_INTF_PROC	y	proc インターフェースを有効にします
RTC_INTF_DEV	y	デバイスファイルインターフェースを有効にします
RTC_DRV_S35390A	y	S-35390A ドライバーを有効にします
RTC_DRV_S353XXA	n	S-353xxA ドライバーを有効にします ^[1]

^[1]linux-2.6.26-at9 までは、RTC_DRV_S35390A ではなく RTC_DRV_S353XXA が標準で有効になっていました。エラッタ A400-LCD-Erratum #1 で発生する現象を抑制するため、linux-2.6.26-at10 以降は RTC_DRV_S35390A が標準で有効になっています。エラッタに関する詳細は、Armadillo-400 シリーズ リビジョン情報を参照してください。

9.12.1. 有効にするリアルタイムクロックを選択する

linux-2.6.26-at15 以降の Linux カーネルからは有効にするリアルタイムクロックを選択することができます。リアルタイムクロックの選択に関連するカーネルコンフィギュレーションを「表 9.32. リアルタイムクロック選択コンフィギュレーション」に示します

表 9.32 リアルタイムクロック選択コンフィギュレーション

カーネルコンフィギュレーション	デフォルト		説明
	Armadillo-420/440	Armadillo-460	
ARMADILLO400_I2C2_CON14_S35390A	y	n	I2C2(CON14)に接続された S-35390A をリアルタイムクロックとして使用します ^[1]
ARMADILLO400_I2C3_CON11_S35390A	y	n	I2C3(CON11)に接続された S-35390A をリアルタイムクロックとして使用します ^[1]
ARMADILLO460_RTC	n	y	Armadillo-460 本体に搭載された RTC をリアルタイムクロックとして使用します

^[1]Armadillo-420/440 でこのコンフィギュレーションを有効にしてある場合は、linux-2.6.26-at14 以前と同じ動作をします。

9.12.2. アラーム割り込み

linux-2.6.26-at13 以降の Linux カーネルからは、リアルタイムクロックのアラーム割り込み機能を使用できます。アラーム割り込みは、CPU がスリープ中でも発生させることができるので、スリープ状態からアラーム割り込みによって実行状態に復帰することも可能です。スリープ機能については、「9.20. パワーマネジメント」を参照してください。指定可能なアラーム割り込み発生時刻は、分単位で最長 1 週間先までとなっています。秒は切り捨てられ、指定した時刻(分)の 00 秒にアラーム割り込みが発生します。

表 9.33 アラーム割り込みの種類


名称	信号名	説明
アラーム割り込み 1	RTC_INT1	主にスリープ状態からのウェイクアップ要因に使用します
アラーム割り込み 2	RTC_INT2	PMIC の電源 OFF 状態 ^[1] からの復帰に使用します。PMIC の電源 ON 状態でアラーム割り込み 2 が発生しても何も起きません。

^[1]詳しくは「9.20.2. PMIC の電源 OFF 機能」を参照してください。

^[6]リアルタイムクロックは I2C バスに接続されているため、I2C に関連するコンフィギュレーションにも依存します。I2C に関するコンフィギュレーションについては、「9.14. I2C」を参照してください。

アラーム割り込み機能は、Armadillo-460 と Armadillo-400 シリーズ WLAN モジュールで使用できます^[7]。

Armadillo-460 の場合は、RTC_INT1 信号が i.MX257 の EB0(GPIO2_12)ピンに、RTC_INT2 信号が PMIC の ONOFF 信号に接続されています。リアルタイムクロックにアラーム割り込み発生時刻を設定し、アラーム割り込みを有効にすると、指定した時刻に RTC_INT1、RTC_INT2 信号が共に^[8] High から Low に変化します。



Armadillo-460 で RTC_INT2 を利用する場合は、RTC 外部バックアップコネクタ(CON13 または CON20)に外部バッテリーを接続してください。PMIC の電源 OFF 状態では、リアルタイムクロックの電源に接続されているコンデンサへの給電が停止するため、RTC バックアップ時間を越えた場合に RTC_INT2 割り込みを発生させることができず、復帰させることができなくなります。

Armadillo-400 シリーズ WLAN モジュールの場合は、RTC_INT1 信号が CON9_2 ピンに接続されています。リアルタイムクロックにアラーム割り込み発生時刻を設定し、アラーム割り込みを有効にすると、指定した時刻に INT1 信号が High から Low に変化します。

Armadillo-420/440 標準の Linux カーネルでは、アラーム割り込み機能は無効になっています。そのため、アラーム割り込み機能を使用するには、Linux カーネルのコンフィギュレーションを変更する必要があります。「表 9.34. リアルタイムクロックアラーム機能に関するコンフィギュレーション」に示すコンフィギュレーションを有効にしてください。

表 9.34 リアルタイムクロックアラーム機能に関するコンフィギュレーション

カーネルコンフィギュレーション	デフォルト	説明
ARMADILLO400_RTC_ALM_INT_CON9_2	n	CON9_2 をアラーム割り込み入力に使用します
RTC_ALM_INT_WAKE_SRC_SELECT	y	アラーム割り込み入力をウェイクアップ要因に指定します

デバイスファイルに対して ioctl システムコールを発行することで、アラーム割り込み機能を使用することができます。linux-2.6.26-at/Documents/rtc.txt にサンプルプログラムが記載されていますので、そちらも参照してください。

また、sysfs の wakealarm ファイルを読み書きすることでも、アラーム割り込み機能を使用することができます。wakealarm ファイルに UNIX エポックからの経過秒数、もしくは、先頭に + を付けて現在時刻からの経過秒数を書き込むと、アラーム割り込み発生時刻を指定できます。アラーム割り込み発生時刻を変更するには、一度現在時刻以前の時刻(もしくは +0)を書き込んで、アラーム割り込みをキャンセルする必要があります。アラーム割り込み発生時刻が設定されている際に、このファイルを読み出すとアラーム割り込み発生時刻を返します。sysfs ファイルを使用した設定例を「図 9.2. アラーム割り込み発生時刻の設定例」に示します。

^[7]Armadillo-400 シリーズ RTC オプションモジュールでも、PD1 を CON9_2 ピンに接続すればアラーム割り込み 1 を使用可能です。

^[8]RTC_INT1 と RTC_INT2 のアラーム割り込み発生時刻を個別に設定することはできません。


```
[armadillo ~]# cat /proc/interrupts | grep rtc0 ❶
142:          0      MXC_GPIO  rtc0
[armadillo ~]# cat /sys/class/rtc/rtc0/since_epoch ❷
1291904885
[armadillo ~]# echo +60 > /sys/class/rtc/rtc0/wakealarm ❸
[armadillo ~]# cat /sys/class/rtc/rtc0/wakealarm ❹
1291904940
:
:
[armadillo ~]# cat /sys/class/rtc/rtc0/since_epoch
1291904945
[armadillo ~]# cat /proc/interrupts | grep rtc0 ❺
142:          1      MXC_GPIO  rtc0
```

図 9.2 アラーム割り込み発生時刻の設定例

- ❶ /proc/interrupts によって、割り込み発生回数を調べることができます。ここでは、一度も割り込みが発生していません。
- ❷ since_epoch によって、現在の UNIX エポックからの経過時間を調べることができます。
- ❸ wakealarm に +60 と書き込むことで、アラーム割り込み発生時刻を 60 秒後に設定します。このとき、秒単位は切り捨てられるためアラーム発生時刻は厳密に 60 秒後とまらない点に注意してください。
- ❹ wakealarm を読み出して確認したところ、アラーム割り込み発生時刻は 55 秒後に設定されています。
- ❺ アラーム割り込み発生時刻経過後に割り込み発生回数を調べると一つ増えているので、割り込みが発生したことを確認できます。

9.13. ウォッチドッグタイマー

Armadillo-400 シリーズで採用している i.MX25 プロセッサは、内蔵ウォッチドッグタイマーを有しています。

Armadillo-400 シリーズの標準ブートローダーでは、起動直後にこの内蔵ウォッチドッグタイマーを有効にします。標準状態でのタイムアウト時間は 10 秒に設定されます。

Linux カーネルでは、自動でウォッチドッグタイマーをキックします。

もし、何らかの要因で Linux カーネルがフリーズしてウォッチドッグタイマーをキックできなくなりタイムアウトが発生すると、システムリセットが発生します。

9.14. I2C

i.MX25 プロセッサは、I2C1 から I2C3 の 3 個の I2C コントローラーを内蔵しています。Armadillo-400 シリーズでは、標準で I2C1 はボード内蔵バスとして使用し、I2C2 は CON14 に、I2C3 は CON11 に割り当てています。

I2C バスドライバーは以下の機能を有します。

- ・ I2C マスターモード
- ・ 最大 400 kbps

I2C バスにスレーブデバイスを接続し、それを使用可能にするためには、スレーブデバイスに対応したチップドライバを有効にする必要があります。また、チップドライバが "new style"^[9] で記述されていた場合、struct i2c_board_info を適切に設定しなければいけません。Armadillo-400 シリーズでは、linux-2.6.26-at/arch/arm/mach-mx25/armadillo400.c の armadillo400_i2cN_board_info 配列(N はバスに対応した数値)に記述してください。

標準では、それぞれの I2C バスの通信速度は 40kbps に設定されています。通信速度は、linux-2.6.26-at/arch/arm/mach-mx25/armadillo400.c の以下の場所で設定されています。i2c_clk にそれぞれのバスの通信速度を設定します^[10]。

```
static struct mxc_i2c_platform_data armadillo400_i2c1_data = {
    .i2c_clk = 400000,
};

static struct mxc_i2c_platform_data armadillo400_i2c2_data = {
    .i2c_clk = 400000,
};

static struct mxc_i2c_platform_data armadillo400_i2c3_data = {
    .i2c_clk = 400000,
};
```

図 9.3 I2C 通信速度の設定

I2C 機能に関連するカーネルコンフィギュレーションを「表 9.35. I2C コンフィギュレーション」に示します。

表 9.35 I2C コンフィギュレーション

カーネルコンフィギュレーション	デフォルト	説明
I2C	y	Linux カーネルの I2C サポートを有効にします
I2C_CHARDEV	y	I2C デバイスファイルインターフェースサポートを有効にします
I2C_MXC	y	i.MX の I2C ドライバを有効にします
ARMADILLO400_I2C2_CON14	y	CON14 の I2C2 を有効にします CON14_3 を I2C2_SCL に、CON14_4 を I2C2_SDA に使用します
ARMADILLO400_I2C3_CON11	y	CON11 の I2C3 を有効にします CON11_48 を I2C3_SCL に、CON11_49 を I2C3_SDA に使用します

9.15. SPI

i.MX25 プロセッサは、CSPI1 から CSPI3 の 3 個の SPI コントローラーを内蔵しています。Armadillo-400 シリーズでは、カーネルコンフィギュレーションにより、CSPI1 及び CSPI3 を CON9 に割り当てることが可能です。

SPI マスタードライバは以下の機能を有します。

- ・ SPI マスターモード
- ・ 複数スレーブセレクト
- ・ 最大通信速度 約 16Mbps

^[9]linux-2.6.26-at/Documentation/i2c/writing-clients 参照

^[10]i.MX25 では、内蔵モジュールの動作に使用するクロックを、共通のリファレンスクロックから分周して生成します。そのため、i2c_clk で指定した値と、実際の通信速度にはずれが生じる場合があります。例として、i2c_clk に 400000000(400kbps)を指定した場合、実際の通信速度は 375kbps となります。

SPI マスタードライバーは標準状態で有効になっていません。SPI バスにスレーブデバイスを接続し、それを使用可能にするためには、SPI マスタードライバーとスレーブデバイスのドライバーを有効にする必要があります。また、struct spi_board_info を適切に設定しなければいけません。Armadillo-400 シリーズでは、linux-2.6.26-at/arch/arm/mach-mx25/armadillo400.c の armadillo400_spiN_board_info 配列(N はバスに対応した数値)に記述してください。SPI バスの通信速度は、I2C とは異なりそれぞれのスレーブデバイスごとに設定します。

SPI 機能に関連するカーネルコンフィギュレーションを「表 9.36. SPI コンフィギュレーション」に示します。

表 9.36 SPI コンフィギュレーション

カーネルコンフィギュレーション	デフォルト	説明
SPI	n	Linux カーネルの SPI サポートを有効にします
SPI_SPIDEV	n	SPI デバイスファイルインターフェースサポートを有効にします
SPI_MXC	n	i.MX の SPI マスタードライバーを有効にします
ARMADILLO400_SPI1_CON9	n	CON9 の SPI1 を有効にします CON9_3 を CSPI1_MOSI、CON9_5 を CSPI1_MISO、CON9_13 を CSPI1_SCLK、CON9_26 を CSPI1_RDY として使用します
ARMADILLO400_SPI1_SS0_CON9_25	n	CON9_25 を SPI1_SS0 として使用します ARMADILLO400_SPI1_CON9 に依存します
ARMADILLO400_SPI1_SS1_CON9_11	n	CON9_11 を SPI1_SS1 として使用します ARMADILLO400_SPI1_CON9 に依存します
ARMADILLO400_SPI3_CON9	n	CON9 の SPI3 を有効にします CON9_4 を CSPI3_MOSI、CON9_6 を CSPI3_MISO、CON9_12 を CSPI3_SCLK、CON9_14 を CSPI3_RDY として使用します。
ARMADILLO400_SPI3_SS0_CON9_16	n	CON9_16 を SPI3_SS0 として使用します ARMADILLO400_SPI3_CON9 に依存します
ARMADILLO400_SPI3_SS1_CON9_18	n	CON9_18 を SPI3_SS1 として使用します ARMADILLO400_SPI3_CON9 に依存します
ARMADILLO400_SPI3_SS2_CON9_15	n	CON9_15 を SPI3_SS2 として使用します ARMADILLO400_SPI3_CON9 に依存します
ARMADILLO400_SPI3_SS2_CON9_17	n	CON9_17 を SPI3_SS3 として使用します ARMADILLO400_SPI3_CON9 に依存します

9.16. one wire

Armadillo-400 シリーズでは、CON9_2 と CON9_26 を one wire マスターとして使用することができます。CON9_2 では、i.MX25 プロセッサ内蔵の one wire コントローラーを使用して機能を実現し、CON9_26 では GPIO one wire ドライバーを用いて機能を実現しています。

one wire マスタードライバーは標準で有効になっていません。one wire バスにスレーブデバイスを接続し、それを使用可能にするためには、one wire マスタードライバーとスレーブデバイスのドライバーを有効にする必要があります。

one wire 機能に関連するカーネルコンフィギュレーションを「表 9.37. one wire コンフィギュレーション」に示します。

表 9.37 one wire コンフィギュレーション

カーネルコンフィギュレーション	デフォルト	説明
W1	n	Linux カーネルの one wire サポートを有効にします
W1_MASTER_MXC	n	i.MX25 内蔵コントローラを使用した one wire マスタードライバーを有効にします CON9_2 を使用する場合には有効にしてください

カーネルコンフィギュレーション	デフォルト	説明
W1_MASTER_GPIO	n	GPIO を使用した one wire マスタードライバーを有効にします CON9_26 を使用する場合には有効にしてください
ARMADILLO400_W1_CON9_2	n	CON9_2 を one wire として使用します
ARMADILLO400_W1_CON9_26	n	CON9_26 を one wire として使用します

9.17. PWM

i.MX25 プロセッサは、PWM1 から PWM4 の 4 個の PWM モジュールを内蔵しています。Armadillo-400 シリーズでは、標準では PWM1 を LED バックライト (CON11_12) として使用しています。カーネルコンフィギュレーションを変更することにより、PWM2 を CON9_25 に、PWM4 を CON14_3 に割り当てることができます。

i.MX25 の PWM ドライバーでは、`/sys/class/mxc_pwm/(PWM_NAME)` 以下のファイルに値を書き込むことで設定変更することができます。設定に使用するファイルを、「表 9.38. PWM sysfs」に示します。

表 9.38 PWM sysfs

ファイル名	説明
period_ns	PWM の周期を nsec 単位で設定します 設定可能な範囲は、17 から 2,147,483,647 (約 20usec から 2sec) です
duty_ns	PWM の ON 時間(invert = 1 の場合は OFF 時間)を nsec 単位で設定します 設定可能な範囲は、0 < duty_ns < period_ns の範囲です
invert	1 に設定すると、PWM 出力が反転します
enable	1 に設定すると、PWM 出力が有効になります 0 で出力が停止します PWM 出力中でも、period_ns、duty_ns、invert は設定変更可能です

PWM 機能に関連するカーネルコンフィギュレーションを「表 9.39. PWM コンフィギュレーション」に示します。

表 9.39 PWM コンフィギュレーション

カーネルコンフィギュレーション	デフォルト	説明
MXC_PWM	y	i.MX25 の PWM ドライバーを有効にします
MXC_PWM_CLASS	y	sysfs 経由で PWM の設定を可能にします
ARMADILLO400_PWM2_CON9_25	n	CON9_25 を PWM2 として使用します PWM_NAME は CON9_25 です
ARMADILLO400_PWM4_CON14_3	n	CON14_3 を PWM4 として使用します PWM_NAME は CON14_3 です

9.18. CAN

i.MX25 プロセッサは、CAN1 及び CAN2 の 2 個の CAN コントローラ(FlexCAN)を内蔵しています。Armadillo-400 シリーズでは、カーネルコンフィギュレーションにより、CAN2 を CON14 に割り当てることが可能です。CAN ドライバーは標準状態で有効になっていません。

CAN 機能は、SocketCAN フレームワークを使用して実現しています。SocketCAN については、`linux-2.6.26-at/Documentation/networking/can.txt` などを参照してください。

CAN ドライバーは以下の機能を有します。

- ・ 標準/拡張フォーマット対応
- ・ 最大 1Mbps

/sys/devices/platform/FlexCAN.1/ 以下のファイルに値を書き込むことで設定変更することができます。設定に使用するファイルを、「表 9.40. CAN sysfs」に示します^[1]。

表 9.40 CAN sysfs

ファイル名	説明	デフォルト値	使用条件
br_clksrc	クロックソースを指定します bus を指定すると、クロックソースに 66.5MHz を使用します osc を指定すると、クロックソースに 24MHz を使用します	bus	A
br_presdiv	クロックソースのプリスケイラー分周値を設定します 1 から 8 を指定できます	7	A
br_propseg	プロパゲーションセグメントの値を設定します 1 から 8 を指定できます	5	A
br_pseg1	フェーズバッファセグメント 1 の値を設定します 1 から 8 を指定できます	5	A
br_pseg2	フェーズバッファセグメント 2 の値を設定します 1 から 8 を指定できます	8	A
br_rjw	リシンクロナイゼーションジャンプ幅を設定します 1 から 4 を指定できます	3	A
bitrate	通信速度[bps]を示します 書き込みはできません	500000	なし
std_msg	標準フォーマットに対応するかどうかを設定します 1 で対応、0 で非対応となります	1	A
ext_msg	拡張フォーマットに対応するかどうかを設定します 1 で対応、0 で非対応となります	1	A
maxmb	メッセージバッファの最大数を設定します 2 から 64 を指定できます	64	A
rx_maxmb	受信メッセージバッファのサイズを設定します 送信メッセージバッファのサイズは maxmb-rx_maxmb となります 1 から maxmb-1 を指定できます	32	A
state	現在のステータスを表示します "インターフェースのステータス::エラー状態"というフォーマットで表示されます インターフェースのステータスは、"Start"(up 状態)か"Stop"(down 状態)のいずれかです エラー状態は、"normal"(エラーなし)か"error passive"(エラーパッシブ状態)、 "bus off"(バスオフ状態)のいずれかです	Stop::normal	なし
boff_rec	自動的にバスオフから復帰するかどうかを設定します 0 で自動的に復帰、1 で復帰しません	1	A
listen	listen モード(受信のみ)にするかどうかを設定します 1 で listen モード有効、0 で無効になります	0	A
loopback	loopback モードにするかどうかを設定します 1 で loopback モード有効、0 で無効になります	0	A
smp	サンプリング時の動作を設定します 0 で 1 回のサンプルで受信したビットの値を決定します 1 で 3 回のサンプルをおこない多数決により受信したビットの値を決定します	1	A
srx_dis	自身が送信したフレームを受信するかどうかを設定します 0 で自身が送信したフレームを受信し、1 で受信しません	1	A
set_resframe	リモートフレームを受信した際、返信するデータフレームを設定します "ID#DATA"という形式で設定します ID には、16 進数 3 桁(標準フォーマット)もしくは 16 進数 8 桁を指定します DATA には、1 データあたり 16 進数 2 桁で、0 から 8 個までのデータを指定します データは、で区切ることもできます	なし	B

[1]記述のないファイルは、後方互換性のために残されているものなので、使用しないでください。

ファイル名	説明	デフォルト値	使用条件
del_resframe	set_resframe で設定したデータフレームを削除します 削除するデータフレームの ID を 16 進数 3 桁(標準フォーマット)もしくは 16 進数 8 桁で指定してください	なし	B
show_resframe	set_resframe で設定したデータフレームを表示します 書き込みはできません	なし	C
wakeup	サスペンド時に CAN 受信によるウェイクアップを有効にするかどうかを設定します 1 でウェイクアップ有効、0 で無効となります	0	A
wak_src	サスペンド時にローパスフィルタを使用するかどうかを設定します 0 でフィルタリング無効、1 で有効になります	0	A

- ・ 条件 A: ネットワークインターフェースが off の状態時(ifconfig canX off)に設定可能。
- ・ 条件 B: ネットワークインターフェースが on の状態時(ifconfig canX on)に設定可能。
- ・ 条件 C: ネットワークインターフェースが on の状態時(ifconfig canX on)に参照可能。

通信速度は以下の計算式により算出されます。

$$\begin{aligned} \text{src_clk} &= 66,500,000 \text{ (br_clksrc = bus の場合)} \\ \text{src_clk} &= 24,000,000 \text{ (br_clksrc = osc の場合)} \\ \text{通信速度[bps]} &= \text{src_clk} / \text{br_presdiv} / (1 + \text{br_propseg} + \text{br_pseg1} + \text{br_pseg2}) \end{aligned}$$

図 9.4 CAN 通信速度計算

CAN 機能に関連するカーネルコンフィギュレーションを「表 9.41. CAN コンフィギュレーション」に示します。

表 9.41 CAN コンフィギュレーション

カーネルコンフィギュレーション	デフォルト	説明
CAN	n	Linux カーネルの CAN サポートを有効にします
CAN_RAW	n	RAW_CAN プロトコルを有効にします
CAN_BCM	n	CAN_BCM プロトコルを有効にします
CAN_FLEXCAN	n	i.MX25 の FlexCAN ドライバーを有効にします
ARMADILLO400_CAN2_CON14	n	CON14 を CAN2 として使用します CON14_3 を CAN2_TXCAN、CON14_4 を CAN2_RXCAN として使用します

9.19. キーパッド

i.MX25 プロセッサは、キーパッドコントローラを内蔵しています。Armadillo-400 シリーズでは、カーネルコンフィギュレーションにより、CON11 をキーパッドに割り当てることが可能です。キーパッドドライバーは標準状態で有効になっていません。



キーパッドドライバーを有効にすると、イベントデバイスは /dev/input/event0 にマップされます。そのため、ボタン及びタッチスクリーンのイベントデバイス番号が変わります。

キーパッド機能に関連するカーネルコンフィギュレーションを「表 9.42. キーパッドコンフィギュレーション」に示します。

表 9.42 キーパッドコンフィギュレーション

カーネルコンフィギュレーション	デフォルト	説明
INPUT	y	Linux カーネルのインプットレイヤサポートを有効にします
INPUT_EVDEV	y	インプットレイヤのイベントデバイスサポートを有効にします
INPUT_KEYBOARD	y	Linux カーネルのキーボードサポートを有効にします
KEYBOARD_MXC	n	i.MX25 のキーパッドドライバを有効にします
ARMADILLO400_KEYPAD_CON11	n	CON11 のキーパッドを有効にします COL と ROW を少なくとも一つずつ有効にしてください
ARMADILLO400_KEYPAD_ROW0_CON11_40	n	CON11_40 を ROW0 として使用します
ARMADILLO400_KEYPAD_ROW1_CON11_41	n	CON11_41 を ROW1 として使用します
ARMADILLO400_KEYPAD_ROW2_CON11_42	n	CON11_42 を ROW2 として使用します
ARMADILLO400_KEYPAD_ROW3_CON11_43	n	CON11_43 を ROW3 として使用します
ARMADILLO400_KEYPAD_COLO_CON11_44	n	CON11_44 を COL0 として使用します
ARMADILLO400_KEYPAD_COL1_CON11_45	n	CON11_45 を COL1 として使用します
ARMADILLO400_KEYPAD_COL2_CON11_46	n	CON11_46 を COL2 として使用します
ARMADILLO400_KEYPAD_COL3_CON11_47	n	CON11_47 を COL3 として使用します
ARMADILLO400_KEYPAD_ROW4_CON11_48	n	CON11_48 を ROW4 として使用します
ARMADILLO400_KEYPAD_ROW5_CON11_49	n	CON11_49 を ROW5 として使用します

ROW 及び COL のどの範囲をキーパッドとして使用するかは、linux-2.6.26-at/arch/arm/mach-mx25/armadillo400.c の armadillo440_keypad_data 変数に適切な値を指定してください。また、各ボタンがどのイベントに対応するかというキーマップは armadillo440_keymapping 変数で指定してください。

9.20. パワーマネジメント

9.20.1. スリープ機能

Armadillo-400 シリーズは Linux パワーマネジメントのスリープ機能をサポートします。スリープ状態では、アプリケーションの実行は一時停止し、カーネルはサスペンド状態となります。スリープ状態では外部デバイスの動作を停止するため、消費電力を抑えることができます。スリープ状態から実行状態に復帰すると、カーネルのリジューム処理が行われた後、アプリケーションの実行を再開します。

/sys/power/state ファイルに、standby もしくは mem を書き込むことにより、スリープ状態へ移行することができます。また、スリープ状態中にウェイクアップ要因による割り込みが発生すると、スリープ状態から実行状態へ復帰します。

各スリープ状態の違いは「表 9.43. スリープ状態」を参照してください。power-on suspend に比べ、suspend-to-RAM の方がより少ない消費電力でスリープすることができます。

表 9.43 スリープ状態

スリープ状態	state ファイルに書き込む文字列	i.MX25 パワーモード	ウェイクアップ要因
power-on suspend	standby	Doze モード	シリアル入力、タッチスクリーン入力、ボタン入力、アラーム割り込み入力、CAN 入力、拡張バス割り込み入力 ^[1]
suspend-to-RAM	mem	Stop モード	ボタン入力、アラーム割り込み入力、CAN 入力

^[1]拡張バス割り込み入力は、Armadillo-460 のみ対応しています。

ウェイクアップ要因になることができるデバイスを、ウェイクアップ要因にするかどうかは、各デバイスに対応する sysfs エントリの power/wakeup ファイルで指定することができます。power/wakeup ファイルに enabled と書き込むとウェイクアップ要因になり、disabled と書き込むとウェイクアップ要因ではなくなります。各デバイスに対応する power/wakeup ファイルの一覧を「表 9.44. ウェイクアップ要因の指定」に示します。また、これらのデフォルト値はカーネルコンフィギュレーションで変更することもできます。

表 9.44 ウェイクアップ要因の指定

デバイス	sysfs ファイル	初期状態
シリアルインターフェース 1	/sys/devices/platform/mxcintuart.1/tty/ttymxc1/power/wakeup	enabled
シリアルインターフェース 2	/sys/devices/platform/mxcintuart.2/tty/ttymxc2/power/wakeup	disabled
シリアルインターフェース 3	/sys/devices/platform/mxcintuart.4/tty/ttymxc4/power/wakeup	disabled
シリアルインターフェース 4	/sys/devices/platform/mxcintuart.3/tty/ttymxc3/power/wakeup	disabled
タッチスクリーン	/sys/devices/platform/imx_adc_ts.0/power/wakeup ^[1]	enabled
ボタン	/sys/devices/platform/gpio-keys.0/power/wakeup	enabled
キーボード	/sys/devices/platform/mxc_keypad.0/power/wakeup	enabled
FlexCAN	/sys/devices/platform/FlexCAN.1/wakeup	disabled
リアルタイムクロック	/sys/devices/platform/i2c-adapter/i2c-1/1-0030/rtc/rtc0/power/wakeup	enabled

^[1]linux-2.6.26-at13 までは、/sys/devices/platform/imx_adc.0/power/wakeup を使用していましたが、linux-2.6.26-at14 以降は imx_adc_ts を使用してください。

表 9.45 ウェイクアップ要因のデフォルト値を指定するコンフィギュレーション

カーネルコンフィギュレーション	デフォルト		説明
	Armadillo-420/440	Armadillo-460	
ARMADILLO400_UART2_WAKE_SRC_SELECT	y	y	デフォルトで UART2(シリアルインターフェース 1)によるウェイクアップを有効にします
ARMADILLO400_UART3_WAKE_SRC_SELECT	n	y	デフォルトで UART3(シリアルインターフェース 2)によるウェイクアップを有効にします
ARMADILLO400_UART4_WAKE_SRC_SELECT	n	y	デフォルトで UART4(シリアルインターフェース 4)によるウェイクアップを有効にします
ARMADILLO400_UART5_WAKE_SRC_SELECT	n	n	デフォルトで UART5(シリアルインターフェース 3)によるウェイクアップを有効にします
ARMADILLO400_TOUCHSCREEN_WAKE_SRC_SELECT	y	y	デフォルトでタッチスクリーンによるウェイクアップを有効にします
ARMADILLO400_GPIO_KEYS_WAKE_SRC_SELECT	y	y	デフォルトでボタンによるウェイクアップを有効にします
ARMADILLO400_RTC_ALM_INT_WAKE_SRC_SELECT ^[1]	n	n	デフォルトでアラーム割り込み 1 によるウェイクアップを有効にします
ARMADILLO460_RTC_ALM_INT_WAKE_SRC_SELECT	n	y	Armadillo-460 で、デフォルトでアラーム割り込み 1 によるウェイクアップを有効にします

^[1]CON9_2 のアラーム割り込み機能が有効の時のみ選択可能。

9.20.1.1. 外部デバイスへの電源供給について

Armadillo-400 シリーズは、PMIC(Power Management IC)によって生成される、+5V、+3.3V_CPU、+3.3V_IO、+1.45V、+1.8V の 5 種類の電源システムを使用しています^[12]。このうち、+5V と +3.3V_IO は動的に出力を ON/OFF できます。

^[12]「Armadillo-400 シリーズハードウェアマニュアル」の「電源回路の構成」参照。

Armadillo-400 シリーズの Linux カーネルでは、電源の管理はレギュレータークラス(regulator class)によって行っています。Armadillo-400 シリーズでは、PMIC の出力それぞれを一つのレギュレーターとして割り当てています。電源システムと、レギュレーターとの関係を、「表 9.46. 電源システムとレギュレーターの対応」に示します。

表 9.46 電源システムとレギュレーターの対応

電源システム	レギュレーター名	固定/可変
+5V	REG1	可変
+3.3V_CPU	REG2	固定
+1.45V	REG3	固定
+1.8V	REG4	固定
+3.3V_IO	REG5	可変

電源を必要とするデバイスのデバイスドライバーは、レギュレーターを取得することで、それを使用している旨を宣言することができます。スリープ状態に移行する際のサスペンド処理で、ON/OFF 可能なレギュレーター(REG1 と REG5)のうち、どのデバイスからも使用されていないレギュレーターの出力は OFF となります。レギュレーターを使用するデバイスを、「表 9.47. デバイスが使用するレギュレーター」に示します。

表 9.47 デバイスが使用するレギュレーター

デバイス	レギュレーター名
シリアルインターフェース 2(UART3)	REG5
シリアルインターフェース 3(UART5)	REG5
タッチスクリーン	REG5
MMC/SD/SDIO ホスト(eSDHC1) ^[1]	REG2
MMC/SD/SDIO ホスト(eSDHC2)	REG5
USB ^[2]	REG1

^[1]Armadillo-420/440 のみ

^[2]Armadillo-420/440 のみ

これらのうち、microSD/SD と USB への電源供給は、扱いが特殊になっています。microSD(eSDHC1) への電源供給は、パワースイッチを介して Armadillo-420/440 は+3.3V_CPU から、Armadillo-460 は+3.3V_EXT から行っています。+3.3V_CPU、+3.3V_EXT 自体は ON/OFF することはできませんが、パワースイッチに接続された GPIO を制御することにより、microSD/SD への電源供給を ON/OFF することができます。この機能を使い、サスペンド処理で microSD/SD カードへの電源供給を OFF にします。

Armadillo-420/440 の USB への電源供給は、VIN(Power Input) をそのまま使うか、PMIC の +5V 出力を使うか、選択できます^[13]。標準では VIN を使用します。PMIC の +5V 出力を使いたい場合は、linux-2.6.26-at/arch/arm/mach-mx25/board-armadillo400.h の USB_PWRSRC を USB_PWRSRC_5V に定義してから、カーネルをビルドしなおしてください。USB への電源供給にどちらの供給源を使用しているか、サスペンド処理で電源供給を OFF にします。

スリープ状態における +3.3V_IO (REG5) の振る舞いは、Armadillo-400 シリーズのモデル、及びそれが使用しているデバイスによるウェイクアップを有効にしているかどうかで変わります。Armadillo-420 ベーシックモデルでは、シリアルインターフェース 2 と 3 が、REG5 を使用します。しかし、シリアルインターフェース 2 と 3 によるウェイクアップはデフォルトでは無効になっているため、スリープ状態では +3.3V_IO が OFF になります。いずれかのシリアルインターフェースによるウェイクアップを有効にすると、スリープ状態でも +3.3V_IO を出力しつづけるようになります。

Armadillo-420 WLAN モデルでは、シリアルインターフェース 2 と 3 及び MMC/SD/SDIO ホスト(eSDHC2) が REG5 を使用します。デフォルトではいずれのデバイスによるウェイクアップも無効に

^[13]Armadillo-460 の場合、USB の電源供給は VIN(Power Input)固定です。

なっているため、スリープ状態では +3.3V_IO が OFF になります。Armadillo-420 ベーシックモデルと同様に、いずれかのシリアルインターフェースのによるウェイクアップを有効にすると、スリープ状態でも +3.3V_IO を出力しつづけるようになります。

Armadillo-440 液晶モデルでは、シリアルインターフェース 2 と 3 及びタッチスクリーンが REG5 を使用します。タッチスクリーンによるウェイクアップがデフォルトで有効になっているため、スリープ状態でも +3.3V_IO が出力され続けます^[14]。タッチスクリーンによるウェイクアップを無効にすると、スリープ状態で +3.3V_IO が OFF になります。

Armadillo-460 ベーシックモデルでは、シリアルインターフェース 2 と 3 及びタッチスクリーン^[15]が REG5 を使用します。シリアルインターフェース 2 と 3 及びタッチスクリーンによるウェイクアップがデフォルトで有効になっているため、スリープ状態でも +3.3V_IO が出力され続けます^[16]。シリアルインターフェース 2 と 3 及びタッチスクリーンによるウェイクアップを無効にすると、スリープ状態で +3.3V_IO が OFF になります。

9.20.1.2. スリープ中の外部デバイスの扱いについて

前節で述べたように、Armadillo-400 シリーズでは、スリープ状態に移行するためのサスペンド処理で USB 及び microSD/SD への電源供給を OFF にします。

そのため、USB デバイスはスリープ状態に移行する前に、安全に取り外しができる状態にしておく必要があります。すなわち、USB メモリはアンマウントしておく必要があります。リジューム時にデバイス検出が再度行われるため、USB デバイスはスリープ中に抜き差しすることができます。

一方で、microSD/SD カードは、マウントしたままでスリープ状態に移行することができます。これを可能にするために、MMC/SD/SDIO ホストドライバーではリジューム時にプローブ処理を行わず、同じカードが挿入されているものとして扱います。そのため、スリープ中に microSD/SD カードの抜き差しを行うことはできません。

Ethernet デバイスは実行状態に復帰後、ケーブルを抜き差ししたときと同様の処理が行われます。Auto-negotiation が有効になっている場合、リジューム後に Auto-negotiation が行われます。

9.20.2. PMIC の電源 OFF 機能

linux-2.6.26-at15 以降の Linux カーネルからは、/sys/power/supply ファイルに、off を書き込むことにより、PMIC(Power Management IC)の電源を OFF 状態にすることができます^[17]。この状態では、PMIC からの(CPU を含む)全ての電源供給を停止するため、「9.20.1. スリープ機能」で紹介したスリープ状態よりも消費電力が少なくなります。Armadillo-460 の場合は、アラーム割り込み 2 を利用して、電源 OFF 状態から ON 状態にすることができます^[18]。アラーム割り込み 2 の利用方法については、「9.12.2. アラーム割り込み」を参照してください。



PMIC を電源 OFF 状態にしたまま Armadillo-460 の電源を切断し、再度電源を接続しても PMIC が電源 OFF 状態から復帰できない場合があります。これは、PMIC の電源に接続されているコンデンサが放電されずに PMIC が電源 OFF 状態を維持するためです。確実に PMIC を電源 OFF 状態から復帰させるためには、CON13_4 ピンを GND ショートするか、アラーム割り込み 2 を利用してください。

^[14]linux-2.6.26-at13 以前では、タッチスクリーンが REG5 を使用していなかったため、スリープ状態で +3.3V_IO が OFF となっていました。

^[15]Armadillo-400 シリーズ LCD 拡張ボードを接続した場合に使用可能

^[16]

^[17]CON13_4 ピンを 2 秒以上 GND ショートした場合も PMIC の電源を OFF 状態にすることができます。

^[18]CON13_4 ピンを GND ショートした場合も PMIC の電源を ON 状態にすることができます。



PMIC の電源が OFF 状態であっても、電源の供給に PMIC を介さない LCD インターフェースや Armadillo-460 の PC/104 拡張コネクタ、電源の供給に PMIC を介さず パワースイッチが OFF とならない Armadillo-420/440 の microSD スロット、Armadillo-460 の USB インターフェースには電源を供給します。これらに外部デバイスを接続すると、消費電力が大きくなる場合があります。

10. Armadillo-460 拡張バス

本章では、Armadillo-400 シリーズの中で Armadillo-460 に搭載されている拡張バスについて説明します。

この拡張バスは PC/104 準拠のバス配列を採用しており、「PC/104 拡張バス互換モード」と「ダイレクト CPU バスモード」どちらかの動作モードで使用することができます。「PC/104 拡張バス互換モード」では、サードパーティー製の PC/104 拡張ボードを接続して手軽に機能拡張することができます^[1]。「ダイレクト CPU バスモード」に設定することで拡張バスの信号を直接 CPU に接続し、高速アクセスが可能になります。

「ダイレクト CPU バスモード」には、制御信号が SYSCLK(66MHz)に同期する「同期モード」と、カーネルコンフィギュレーションにより、任意のアクセスタイミングを設定可能な「非同期モード」があり、どちらかのモードを選択し、利用することができます。

拡張バスの割り込みコントローラや設定レジスタは、CPLD に実装されています。CPLD の詳細な仕様については、「Armadillo-400 シリーズハードウェアマニュアル」を参照してください。

10.1. カーネルコンフィギュレーション

Armadillo-460 拡張バスに関連するカーネルコンフィギュレーションについて説明します。

10.1.1. 拡張バス動作モード

Armadillo-460 拡張バスの動作モードに関連するカーネルコンフィギュレーションを「表 10.1. Armadillo-460 拡張バス動作モードコンフィギュレーション」に示します。

表 10.1 Armadillo-460 拡張バス動作モードコンフィギュレーション

カーネルコンフィギュレーション	デフォルト	説明
ARMADILLO460_EXT_BUS_PC104_MODE	y	拡張バスの動作モードを PC/104 拡張バス互換モードに設定します
ARMADILLO460_EXT_BUS_DIRECT_CPU_SYNC_MODE	n	拡張バスの動作モードをダイレクト CPU バスモード(同期)に設定します
ARMADILLO460_EXT_BUS_DIRECT_CPU_ASYNC_MODE	n	拡張バスの動作モードをダイレクト CPU バスモード(非同期)に設定します

10.1.2. ダイレクト CPU バスモード(同期)固有

ダイレクト CPU バスモード(同期)固有^[2]のカーネルコンフィギュレーションを「表 10.2. ダイレクト CPU バスモード(同期モード)固有のコンフィギュレーション」に示します。

表 10.2 ダイレクト CPU バスモード(同期モード)固有のコンフィギュレーション

カーネルコンフィギュレーション	デフォルト	説明
ARMADILLO460_EXT_BUS_DIRECT_CPU_INVERTED_SYSCLK	n	コネクタへ出力される SYSCLK の位相を反転 ^[1] します

^[1]Armadillo 公式サイト of Armadillo-460 製品ページ [http://armadillo.atmark-techno.com/armadillo-460]では、動作確認済み PC/104 ボードや、各 PC/104 ボードの使用方法を記載した HOWTO を随時更新していますのでご確認ください。

^[2]「10.1.1. 拡張バス動作モード」でダイレクト CPU バスモード(同期)に設定した場合のみ設定可能です。

カーネルコンフィギュレーション	デフォルト	説明
ARMADILLO460_EXT_BUS_DIRECT_CPU_CS3_8BIT	y	チップセレクト 3 のデータバス幅を 8 ビットに設定します
ARMADILLO460_EXT_BUS_DIRECT_CPU_CS3_16BIT	n	チップセレクト 3 のデータバス幅を 16 ビットに設定します

[1]デフォルトでは、SYSCLK の立ち上がりで信号線が Latch されます。

10.1.3. ダイレクト CPU バスモード(非同期)固有

ダイレクト CPU バスモード(非同期)固有^[3]のカーネルコンフィギュレーションを「表 10.3. ダイレクト CPU バスモード(非同期)固有のコンフィギュレーション」に示します。i.MX257 の Wireless External Interface Module(WEIM)レジスタの値を指定し、バスタイミングを設定することができます^[4]。

表 10.3 ダイレクト CPU バスモード(非同期)固有のコンフィギュレーション

カーネルコンフィギュレーション	デフォルト	説明
ARMADILLO460_EXT_BUS_DIRECT_CPU_CS3_CSCRU	0x00000000	WEIM の CSCR3U レジスタの値を指定しません
ARMADILLO460_EXT_BUS_DIRECT_CPU_CS3_CSCRL	0x00000000	WEIM の CSCR3L レジスタの値を指定しません
ARMADILLO460_EXT_BUS_DIRECT_CPU_CS3_CSCRA	0x00000000	WEIM の CSCR3A レジスタの値を指定しません
ARMADILLO460_EXT_BUS_DIRECT_CPU_CS3_AUS	y	WEIM の WCR レジスタの AUS3 ビットに 1 を設定します。
ARMADILLO460_EXT_BUS_DIRECT_CPU_CS4_CSCRU	0x00000000	WEIM の CSCR4U レジスタの値を指定しません
ARMADILLO460_EXT_BUS_DIRECT_CPU_CS4_CSCRL	0x00000000	WEIM の CSCR4L レジスタの値を指定しません
ARMADILLO460_EXT_BUS_DIRECT_CPU_CS4_CSCRA	0x00000000	WEIM の CSCR4A レジスタの値を指定しません
ARMADILLO460_EXT_BUS_DIRECT_CPU_CS4_AUS	y	WEIM の WCR レジスタの AUS4 ビットに 1 を設定します。

10.2. メモリマップ

Armadillo-460 拡張バスのメモリマップは、動作モード^[5]により異なります。PC/104 拡張バス互換モード時のメモリマップを「表 10.4. PC/104 拡張バス互換モードメモリマップ」に、ダイレクト CPU バスモード時のメモリマップを「表 10.5. ダイレクト CPU バスモードメモリマップ」に示します。

ダイレクト CPU バスモード時は、カーネルコンフィギュレーションにより「表 10.5. ダイレクト CPU バスモードメモリマップ」に示す全ての CS3/CS4 空間にアクセスすることができません。アクセス可能な空間を「表 10.6. ダイレクト CPU バスモード時にアクセス可能な CS3/CS4 空間」に示します。

表 10.4 PC/104 拡張バス互換モードメモリマップ

チップセレクト	物理アドレス	仮想アドレス	アクセス幅	説明
CS1	0xa8000000	0xe8000000	8 ビット	CPLD レジスタ
	0xa800000f	0xe800000f		
	0xa8000010	0xe8000010	-	Reserved
	0xafffffff	0xeffffff		

[3] 「10.1.1. 拡張バス動作モード」でダイレクト CPU バスモード(非同期)に設定した場合のみ設定可能です。

[4] WEIM レジスタの詳細については、付属 DVD の/document/datasheet/ディレクトリに収録されている「i.MX25 Multimedia Applications Processor Reference Manual」を参照してください。

[5] 動作モードについては「10.1.1. 拡張バス動作モード」を参照してください。

チップセレクト	物理アドレス	仮想アドレス	アクセス幅	説明
CS3	0xb2000000 0xb200ffff	0xf2000000 0xf200ffff	8 ビット	PC/104 I/O 空間
	0xb2010000 0xb2ffffff	0xf2010000 0xf2ffffff	-	Reserved
	0xb3000000 0xb3ffffff	0xf3000000 0xf3ffffff	8 ビット	PC/104 メモリ空間
CS4	0xb4000000 0xb400ffff	0xf4000000 0xf400ffff	16 ビット	PC/104 I/O 空間
	0xb4010000 0xb4ffffff	0xf4010000 0xf4ffffff	-	Reserved
	0xb5000000 0xb57fffff	0xf5000000 0xf57fffff	16 ビット	PC/104 メモリ空間
	0xb5800000 0xb5ffffff	0xf5800000 0xf5ffffff	-	Reserved

表 10.5 ダイレクト CPU バスモードメモリマップ

チップセレクト	物理アドレス	仮想アドレス	アクセス幅	説明
CS1	0xa8000000 0xa800000f	0xe8000000 0xe800000f	8 ビット	CPLD レジスタ
	0xa8000010 0xaaffffff	0xe8000010 0xeffffff	-	Reserved
CS3	0xb2000000 0xb3ffffff	0xf2000000 0xf3ffffff	8/16 ビット	CS3 空間
CS4	0xb4000000 0xb5ffffff	0xf4000000 0xf5ffffff	8/16 ビット	CS4 空間 ^[1]


^[1]同期モードの場合は使用できません。

表 10.6 ダイレクト CPU バスモード時にアクセス可能な CS3/CS4 空間

チップセレクト	物理アドレス	同期モード ^[1]		非同期モード ^[2]			
		8 ビット ^[3]	16 ビット ^[4]	8 ビット ^[5]	8 ビット AUS ^[6]	16 ビット ^[7]	16 ビット AUS ^[8]
CS3	0xb2000000 0xb27fffff	16MByte	8MByte	16MByte	8MByte	32MByte	8MByte
	0xb2800000 0xb2ffffff		Reserved		Reserved		Reserved
	0xb3000000 0xb37fffff	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved		Reserved
	0xb3800000 0xb3ffffff		Reserved	Reserved	Reserved		

チップセレクト	物理アドレス	同期モード ^[1]		非同期モード ^[2]					
		8ビット ^[3]	16ビット ^[4]	8ビット ^[5]	8ビット AUS ^[6]	16ビット ^[7]	16ビット AUS ^[8]		
CS4	0xb4000000 0xb47fffff	Reserved	Reserved	16MByte	8MByte	32MByte	8MByte		
	0xb4800000 0xb4ffffff				Reserved		Reserved		
	0xb5000000 0xb57fffff			Reserved	Reserved		Reserved	Reserved	Reserved
	0xb5800000 0xb5fffff								

- [1] 「10.1.1. 拡張バス動作モード」でダイレクト CPU バスモード(同期)に設定した場合
- [2] 「10.1.1. 拡張バス動作モード」でダイレクト CPU バスモード(非同期)に設定した場合
- [3] 「10.1.2. ダイレクト CPU バスモード(同期)固有」でデータバス幅を 8 ビットに設定した場合
- [4] 「10.1.2. ダイレクト CPU バスモード(同期)固有」でデータバス幅を 16 ビットに設定した場合
- [5] 「10.1.3. ダイレクト CPU バスモード(非同期)固有」でデータバス幅を 8 ビットに設定し、WEIM の WCR レジスタの AUS3/AUS4 ビットに 1 を設定しなかった場合
- [6] 「10.1.3. ダイレクト CPU バスモード(非同期)固有」でデータバス幅を 8 ビットに設定し、WEIM の WCR レジスタの AUS3/AUS4 ビットに 1 を設定した場合
- [7] 「10.1.3. ダイレクト CPU バスモード(非同期)固有」でデータバス幅を 16 ビットに設定し、WEIM の WCR レジスタの AUS3/AUS4 ビットに 1 を設定しなかった場合
- [8] 「10.1.3. ダイレクト CPU バスモード(非同期)固有」でデータバス幅を 16 ビットに設定し、WEIM の WCR レジスタの AUS3/AUS4 ビットに 1 を設定した場合



Errata ENGcm11270 の制約により、AUS(Address Unshifted mode)を指定した場合に A[23]が使用できません。そのため、ダイレクト CPU バスモードの設定により、アドレス空間が制限されます。該当エラッタについては、付属 DVD の/document/datasheet/ディレクトリに収録されている「Chip Errata for the i.MX25」の「ENGcm11270」を参照してください。

10.3. ISA 用ドライバを利用する場合の注意点

通常の ISA では、I/O 空間とメモリ空間が、アドレスは同じに見えても異なる空間に存在します。Armadillo-460 はメモリマップド I/O のため、I/O はメモリと同じアドレス空間上に存在します。そのため、Linux カーネルに含まれている ISA ドライバをそのまま使用することができない場合があります。

Armadillo-460 では、「10.2. メモリマップ」に示すメモリマップとなります。それぞれのチップセレクトで分けられた空間ごとに 8 ビットアクセス可能な空間と 16 ビットアクセス可能な空間が分かれているため、明示的にアクセスを分ける必要があります。

ISA に対応した CPU(SoC)では、ISA 用の割り込みがダイレクトにマッピングされています。しかし、Armadillo-460 では ISA 専用の割り込みは存在しないため、CPLD に用意された拡張割り込みコントローラを介して制御することになります。そのため、ISA で使用される割り込み番号と Armadillo-460 で使用可能な割り込み番号は異なります。ソフトウェアからは、Armadillo-460 の割り込み番号で制御する必要があります。Armadillo-460 の割り込み番号を、「表 10.7. 割り込み信号と Armadillo-460 の割り込み番号の対応」に示します。

表 10.7 割り込み信号と Armadillo-460 の割り込み番号の対応

信号名	割り込み番号
IRQ3	195 ^[1]
IRQ4	196 ^[1]
IRQ5	197 ^[1]
IRQ6	198 ^[1]
IRQ7	199 ^[1]
IRQ9	201 ^[1]
IRQ10	202 ^[1]
IRQ11	203 ^[1]
IRQ12	204 ^[2]
IRQ14	206 ^[2]
IRQ15	207 ^[2]

^[1]割り込みの論理と種類は、LEVEL-HIGH, LEVEL-LOW, RISING-EDGE, FALLING-EDGE から選択可能。

^[2]割り込みの論理と種類は、LEVEL-HIGH 固定。

10.4. Armadillo-460 PC/104 用ヘッダファイル

「10.3. ISA 用ドライバを利用する場合の注意点」で示したように、Linux カーネルに含まれている ISA ドライバは、Armadillo-460 ではそのまま使用することができない場合があります。その場合 Linux カーネル内のドライバを修正する必要があります。ISA ドライバを、Armadillo-460 の PC/104 仕様に合わせるために必要なマクロをいくつか用意しています。これらのマクロは Linux カーネルソースファイルの `include/asm-arm/arch-mxc/armadillo460_extbus.h` に集約されています。インクルードする場合は、次のように記述してください。

```
#include <asm/arch/armadillo460_extbus.h>
```

図 10.1 PC/104 用ヘッダファイルのインクルード



本ヘッダファイルをインクルードする場合は、必ず `<asm/io.h>` の後に記述してください。適切ではない箇所でインクルードした場合、以下のようなエラーとなります。

```
include/asm/arch/armadillo460_extbus.h:142:2: error: #error you must
include this file after "asm/io.h".
```



10.4.1. I/O ポートアクセス用マクロ

I/O ポートアクセス用の `outw`, `inw`, `outsw`, `insw` マクロを、Armadillo-460 の PC/104 アクセス用に置き換え、8/16 ビット I/O 空間への適切なアクセスを可能にします^[6]。各マクロの引数は、`<asm/io.h>` で定義されているものと同じです。

^[6]PC/104 I/O 空間のデータバス幅は、最大 16 ビットであるため 32 ビットアクセスをおこなうことはできません。そのため、32 ビットアクセス用の `outl`, `inl`, `outsl`, `insl` マクロは使用しないでください。

10.4.2. 割り込み番号変換マクロ

ISA の割り込み番号と Armadillo-460 で使用する割り込み番号を変換するマクロを使用することができます。ISA と Armadillo-460 の割り込み番号の対応については、「表 10.7. 割り込み信号と Armadillo-460 の割り込み番号の対応」を参照してください。

表 10.8 割り込み番号変換マクロの仕様

マクロ	説明	使用例
<code>convirq_to_isa(irq)</code>	Armadillo-460 の割り込み番号を ISA の割り込み番号へ変換します。	<code>convirq_to_isa(195); // 3 に変換</code>
<code>convirq_from_isa(irq)</code>	ISA の割り込み番号を Armadillo-460 の割り込み番号へ変換します	<code>convirq_from_isa(3); // 195 に変換</code>

付録 A Hermit-At ブートローダー

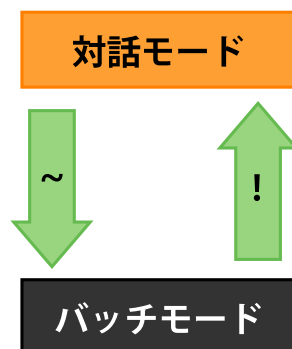
Hermit-At は、アットマークテクノ製品に採用されている高機能ダウンローダー兼ブートローダーです。Armadillo を保守モードで起動すると、Hermit-At ブートローダーのプロンプトが表示されます。プロンプトからコマンドを入力することにより、フラッシュメモリの書き換えや、Linux カーネルパラメーターの設定等 Hermit-At ブートローダーの様々な機能を使用することができます。ここでは、代表的な機能について説明します。



Hermit-AT のモード

Hermit-AT には、2つのモードがあります。コマンドプロンプトを表示して対話的に動作する「対話モード」と、Hermit-AT ダウンローダと通信するための「バッチモード」です。バッチモードではコマンドプロンプトの表示や入力した文字の表示を行いませんが、コマンドの実行は可能です。

起動直後の Hermit-AT は必ず対話モードになっています。対話モードからバッチモードに移行するにはチルダ「~」を、バッチモードから対話モードに移行するにはエクスクラメーションマーク「!」を入力します。



Hermit-AT ダウンローダと通信を行った場合は、バッチモードに移行します。これは通信を確立するために Hermit-AT ダウンローダがチルダを送信するためです。

対話モードからバッチモードに移行したり、バッチモード中に入力したコマンドが成功した場合などは以下のように表示されます。

```
+OK
```

A.1. version

バージョン情報を表示するコマンドです。

```
構文 : version
```

図 A.1 version 構文

A.1.1. version 使用例

```
hermit> version  
Hermit-At v2.0.0 (armadillo4x0) compiled at 23:03:08, Mar 08 2010
```

図 A.2 version の使用例

A.2. info

ボード情報を表示するコマンドです。

```
構文 : info
```

図 A.3 info 構文

A.2.1. info 使用例

```
hermit> info  
Board Type: 0x00000440  
Hardware ID: 0x00000300  
  DRAM ID: 0x00000002  
  Jumper: 0x00000001  
  Tact-SW: 0x00000000
```

図 A.4 info の使用例

A.3. memmap

フラッシュメモリと DRAM のメモリマップを表示するコマンドです。

```
構文 : memmap
```

図 A.5 memmap 構文

A.3.1. memmap 使用例

```
hermit> memmap
0xa0000000:0xa1ffffff FLA all bf:8K bl:4x32K/L,255x128K/L
0xa0000000:0xa001ffff FLA bootloader bf:8K bl:4x32K/L
0xa0020000:0xa021ffff FLA kernel bf:8K bl:16x128K
0xa0220000:0xa1fdffff FLA userland bf:8K bl:238x128K
0xa1fe0000:0xa1ffffff FLA config bf:8K bl:1x128K
0x80000000:0x87ffffff RAM dram-1
```

図 A.6 memmap の使用例

A.4. mac

MAC アドレスを表示するコマンドです。

```
構文 : mac
```

図 A.7 mac 構文

A.4.1. mac 使用例

```
hermit> mac
00:11:0c:00:00:00
```

図 A.8 mac の使用例

A.5. md5sum

メモリのある区間の md5sum 値を計算して表示するコマンドです。

```
構文 : md5sum <開始アドレス> <サイズ>
```

図 A.9 md5sum 構文

A.5.1. md5sum 使用例

bootloader リージョンの先頭から 1024 Bytes の区間の md5sum 値を計算して表示するには、「図 A.10. md5sum の使用例」のようにコマンドを実行します。

```
hermit> memmap
0xa0000000:0xa1ffffff FLA all bf:8K bl:4x32K/L,255x128K/L
0xa0000000:0xa001ffff FLA bootloader bf:8K bl:4x32K/L
0xa0020000:0xa021ffff FLA kernel bf:8K bl:16x128K
0xa0220000:0xa1fdffff FLA userland bf:8K bl:238x128K
0xa1fe0000:0xa1ffffff FLA config bf:8K bl:1x128K
0x80000000:0x87ffffff RAM dram-1
hermit> md5sum 0xa0000000 1024
fd44ce938f65726dc59669f537154429
```

図 A.10 md5sum の使用例

A.6. erase

フラッシュメモリの消去を行うコマンドです。

```
構文 : erase [アドレス]
```

図 A.11 erase 構文

A.6.1. erase 使用例

```
hermit> erase 0xa0fe0000
```

図 A.12 erase の使用例

A.7. setenv と clearenv

Linux カーネルパラメーターを設定するコマンドです。setenv で設定されたパラメータは、Linux カーネルブート時にカーネルに渡されます。clearenv を実行すると、設定がクリアされます。このパラメータは、フラッシュメモリに保存され再起動後も設定は有効となります。

```
構文 : setenv [カーネルパラメーター]...
説明 : カーネルパラメーターを設定します。オプションを指定せずに実行すると、現在の設定を表示します。

構文 : clearenv
説明 : 設定されているオプションをクリアします。
```

図 A.13 setenv/clearenv 構文

A.7.1. setenv/clearenv 使用例

```
hermit> setenv console=ttymxc1
hermit> setenv
1: console=ttymxc1
hermit> clearenv
hermit> setenv
hermit>
```

図 A.14 setenv と clearenv の使用例

A.7.2. Linux カーネルパラメーター

Linux カーネルパラメーターの例を、「表 A.1. よく使用される Linux カーネルパラメーター」に示します。この他のオプションについては、linux-2.6/Documentation/kernel-parameters.txt を参照してください。

表 A.1 よく使用される Linux カーネルパラメーター

オプション	説明
console	カーネルコンソールとして使用するデバイスを指示します。
root	ルートファイルシステム関連の設定を指示します。
rootdelay	ルートファイルシステムをマウントする前に指定秒間待機します。
rootwait	ルートファイルシステムがアクセス可能になるまで待機します。
noinitrd	カーネルが起動した後に initrd データがどうなるのかを指示します。
nfsroot	NFS を使用する場合に、ルートファイルシステムの場所や NFS オプションを指示します。



console オプションに ttymxc1,2,4 を指定すると、次回起動時から Hermit-At が使用するシリアルインターフェースも変更されます。

A.8. setbootdevice

Linux カーネルを格納しているブートデバイスを指定するコマンドです。この設定はフラッシュメモリに保存され、再起動後も設定は有効となります。

構文：setbootdevice flash

説明：フラッシュメモリの kernel リージョンに格納されたカーネルイメージを RAM に展開してブートします

構文：setbootdevice tftp <クライアント IP アドレス> <サーバー IP アドレス> [--kernel=<path>] [--userland=<path>]

説明：TFTP サーバーに置かれたカーネルまたは/およびユーザーランドイメージを取得し、RAM に展開してブートします

構文：setbootdevice mmcblkOpN

説明：MMC/SD カードのパーティション N の /boot/ ディレクトリに置かれたカーネルイメージを RAM に展開してブートします

図 A.15 setbootdevice 構文

A.8.1. setbootdevice の使用例

フラッシュメモリに格納されたカーネルイメージでブートするには、「図 A.16. ブートデバイスにフラッシュメモリを指定する」のようにコマンドを実行します。

```
hermit> setbootdevice flash
```

図 A.16 ブートデバイスにフラッシュメモリを指定する

TFTP サーバー(IP アドレス: 192.168.10.1)に置かれた linux.bin.gz というファイル名のカーネルイメージを取得してブートするには、「図 A.17. ブートデバイスに TFTP サーバーを指定する」のようにコマンドを実行します。

```
hermit> setbootdevice tftp 192.168.10.10 192.168.10.1 --kernel=linux.bin.gz
```

図 A.17 ブートデバイスに TFTP サーバーを指定する



クライアント IP アドレスは、TFTP サーバと通信を行う際一時的に使用する IP アドレスです。同一ネットワーク内で重複しない IP アドレスを指定してください。

SD/MMC カードのパーティション 1 に格納されたカーネルイメージでブートするには、「図 A.18. ブートデバイスに SD/MMC カードを指定する」のようにコマンドを実行します。

```
hermit> setbootdevice mmcblk0p1
```

図 A.18 ブートデバイスに SD/MMC カードを指定する

A.9. frob

指定したアドレスのデータを読み込む、または、変更することができるモードに移行するコマンドです。

表 A.2 frob コマンド

frob コマンド	説明
peek [addr]	指定されたアドレスから 32bit のデータを読み出します。
peek16 [addr]	指定されたアドレスから 16bit のデータを読み出します。
peek8 [addr]	指定されたアドレスから 8bit のデータを読み出します。
poke [addr] [value]	指定されたアドレスに 32bit のデータを書き込みます。
poke16 [addr] [value]	指定されたアドレスに 16bit のデータを書き込みます。
poke8 [addr] [value]	指定されたアドレスに 8bit のデータを書き込みます。

A.10. tftpd

TFTP プロトコルを使用して TFTP サーバーからファイルをダウンロードし、フラッシュメモリの書き換えを行うコマンドです。

構文： tftpd <クライアント IP アドレス> <サーバー IP アドレス> <オプション> [オプション]...
 説明：自 IP アドレスをクライアント IP アドレスに設定し、サーバー IP アドレスで指定された TFTP サーバーに置かれたイメージをダウンロードし、フラッシュメモリに書き込みます。



図 A.19 tftpd 構文

表 A.3 tftpd オプション

オプション	説明
--bootloader=filepath	bootloader リージョンに書き込むファイルを filepath で指定します。
--kernel=filepath	kernel リージョンに書き込むファイルを filepath で指定します。
--userland=filepath	userland リージョンに書き込むファイルを filepath で指定します。
--fake	ファイルのダウンロードだけを行い、フラッシュメモリには書き込まないよう指定します。

A.10.1. tftpd の使用例

```
hermit> tftpd 192.168.10.10 192.168.10.1 --kernel=linux.bin.gz

Client: 192.168.10.10
Server: 192.168.10.1
Region(kernel): linux.bin.gz

initializing net-device...OK
Filename : linux.bin.gz
.....
.....
.....
Filesize : 1841551

programming: kernel
#####

completed!!
```


図 A.20 tftpd の使用例



クライアント IP アドレスは、TFTP サーバと通信を行う際一時的に使用する IP アドレスです。同一ネットワーク内で重複しない IP アドレスを指定してください。

A.11. tftpbboot

TFTP プロトコルを使用して TFTP サーバーからファイルをダウンロードし、RAM に展開してカーネルをブートするコマンドです。tftpd と異なり、フラッシュメモリの書き換えを行いません。また、setbootdevice で tftpd を指定したときと異なり、設定は保存されません。



クライアント IP アドレスは、TFTP サーバと通信を行う際一時的に使用する IP アドレスです。同一ネットワーク内で重複しない IP アドレスを指定してください。

A.12. boot

setbootdevice で指定されたブートデバイスから Linux カーネルをブートするコマンドです。

構文 : boot

図 A.23 boot 構文

A.12.1. boot 使用例

```

hermit> boot
Uncompressing kernel.....
.....done.
Uncompressing ramdisk.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....done.
Doing console=ttymxc1
Linux version 2.6.26-at6 (2.6.26) (atmark@sv-build) (gcc version 4.3.2 (Debian
4.3.2-1.1) ) #6 PREEMPT Wed Mar 10 19:19:13 JST 2010
CPU: ARM926EJ-S [41069264] revision 4 (ARMv5TEJ), cr=00053177
Machine: Armadillo-440
Memory policy: ECC disabled, Data cache writeback
CPU0: D VIVT write-back cache
CPU0: I cache: 16384 bytes, associativity 4, 32 byte lines, 128 sets
CPU0: D cache: 16384 bytes, associativity 4, 32 byte lines, 128 sets
Built 1 zonelists in Zone order, mobility grouping on. Total pages: 32512
Kernel command line: console=ttymxc1
MXC IRQ initialized
:
:
    
```

図 A.24 boot の使用例

- ❶ カーネルおよびユーザーランドのイメージ RAM 上に展開しています。
- ❷ setenv でカーネルパラメーターを設定している場合、ここで表示されます。ここまでは Hermit-At が表示しています。

- ③ カーネルがブートされ、カーネルの起動ログが表示されます。

A.13. バージョンに関する注意

Armadillo-440 の基板リビジョン Rev.C1 以降 (S/N 100201-2195 以降) に hermit-at v2.0.0 をベースに生成したブートローダーイメージ(loader-armadillo4x0-v2.0.0.bin 等)及び linux-2.6.26-at7 をベースに生成したカーネルイメージ(linux-a400-1.00.bin.gz) を書き込むと、カーネルが起動しない不具合があります。この問題は、Rev.C1 以降の基板、hermit-at v2.0.0 及び linux-2.6.26-at7 という組み合わせのみで発生し、それ以外の組み合わせでは発生しません。

Armadillo-440 の基板リビジョン Rev.C1 以降 (S/N 100201-2195 以降) には、hermit-at v2.0.1 以降をベースに生成したブートローダーイメージ(loader-armadillo4x0-v2.0.1.bin 以降)を使用してください。^[1]

^[1]Armadillo-440 Rev.C1 以降は、出荷状態で loader-armadillo4x0-v2.0.1.bin 以降が書き込まれています。

改訂履歴

バージョン	年月日	改訂内容
1.0.0	2010/03/12	<ul style="list-style-type: none"> ・ 初版発行
1.1.0	2010/04/28	<ul style="list-style-type: none"> ・ 「1. はじめに」、「3. システム概要」、「4. 作業の前に」、「6. フラッシュメモリの書き換え方法」、「7. ビルド」、「8. カーネル/ユーザーランドの配置」に Armadillo-420 に関する情報追記 ・ 「3.4. Armadillo-440 液晶モデル基本仕様」に CON14 3/4 ピンの機能変更について追記 ・ 「図 7.10. Hermit-At ソースアーカイブの展開」のディレクトリ名誤記修正 ・ 「表 8.1. カーネルイメージのダウンロード先 URL」、「図 8.5. カーネルイメージの配置」、「表 8.2. Debian アーカイブのダウンロード先 URL」、「図 8.6. Debian アーカイブによるルートファイルシステムの構築例」、「表 8.3. Atmark-Dist イメージのダウンロード先 URL」、「図 8.6. Debian アーカイブによるルートファイルシステムの構築例」の URL 誤記修正 ・ 「A.13. バージョンに関する注意」に基板リビジョン Rev.C1 使用時の注意書き追加
1.2.0	2010/06/08	<ul style="list-style-type: none"> ・ 「表 3.3. Armadillo-420 ベーシックモデル拡張インターフェースデフォルト状態」及び「表 3.7. Armadillo-440 液晶モデル拡張インターフェースデフォルト状態」の CON9 5 の機能に関する誤記修正 ・ 「7.1.4. イメージをカスタマイズする」コンフィギュレーションの変更方法について追記 ・ 「9. Linux カーネルデバイスドライバ仕様」カーネルコンフィギュレーションで設定可能なドライバについて追記
1.3.0	2010/08/20	<ul style="list-style-type: none"> ・ 「3.2. Armadillo-420 ベーシックモデル基本仕様」の RS232C の接続説明を修正 ・ 「図 9.4. CAN 通信速度計算」を修正 ・ 「表 9.40. CAN sysfs」に使用条件を追加 ・ 「表 9.2. シリアルインターフェースとデバイスファイルの対応」に UART4 を追加 ・ 「8.2. ストレージに配置する」の説明を更新 ・ 紛らわしい用語の表記ゆれ修正: 「起動デバイス」を「ブートデバイス」に、Linux カーネルの「ブートオプション」と「起動オプション」を「カーネルパラメータ」に、それぞれ統一 ・ 「9. Linux カーネルデバイスドライバ仕様」に標準で有効になっていないドライバを使用する手順を追記 ・ 「9.9.1. GPIO sysfs」に GPIO sysfs で割り込みを扱う方法について追記
1.4.0	2010/12/24	<ul style="list-style-type: none"> ・ 「8.2.4.2. Atmark-Dist イメージから構築する」に fstab の修正例を追記 ・ 「2.3. ソフトウェア使用に関しての注意事項」に予約領域についての注意書きを追記 ・ 「9.8. オーディオ」のオーディオマルチプレクス誤記修正 ・ 「図 9.1. GPIO sysfs 割り込みサンプルプログラム」の誤記修正 ・ Hermit-At Win32 v1.3.0 に対応 ・ 紛らわしい用語の表記ゆれ修正: 「領域」を「リージョン」に統一 ・ 「6.6. ブートローダーを出荷状態に戻す」をパラメータの削除に対応 ・ 「9. Linux カーネルデバイスドライバ仕様」を linux-2.6.26-at13 に対応

		<ul style="list-style-type: none"> ・「9. Linux カーネルデバイスドライバー仕様」の各章に関連するコンフィギュレーションを追記 ・注意事項を「2. 注意事項」に移動 ・ジャンパ設定の説明を追記 ・製品名の表記ゆれ修正
1.4.1	2011/03/25	<ul style="list-style-type: none"> ・付録 A Hermit-At ブートローダーに Hermit-AT のモードについて説明を追記 ・「9.1. UART」の部品番号誤記修正 ・「6.7. ブートローダーのパラメータを出荷状態に戻す」を追記 ・「A.8.1. setbootdevice の使用例」の誤記修正 ・会社住所変更 ・誤記、表記ゆれ修正 ・「表 9.45. ウェイクアップ要因のデフォルト値を指定するコンフィギュレーション」をより詳細な情報に修正 ・「9.20.1.1. 外部デバイスへの電源供給について」を追記 ・「9.20.1.2. スリープ中の外部デバイスの扱いについて」をより詳細な情報に修正 ・「表 9.44. ウェイクアップ要因の指定」を linux-2.6.26-at14 に対応
1.5.0	2011/07/13	<ul style="list-style-type: none"> ・Armadillo-460 に関する情報追記 ・「10. Armadillo-460 拡張バス」を追加
1.6.0	2011/08/26	<ul style="list-style-type: none"> ・「表 3.3. Armadillo-420 ベーシックモデル拡張インターフェースデフォルト状態」、「表 3.5. Armadillo-420 WLAN モデル拡張インターフェースデフォルト状態」、「表 3.7. Armadillo-440 液晶モデル拡張インターフェースデフォルト状態」、「表 3.8. Armadillo-460 ベーシックモデル拡張インターフェースデフォルト状態」について、詳細な記述追記 ・「表 9.43. スリープ状態」のウェイクアップ要因に CAN 入力を追記 ・「9.8. オーディオ」で指定できないサンプリング周波数を削除 ・「4.3. シリアル通信ソフトウェアの設定」にシリアル通信ソフトウェアの推奨設定について追記 ・誤記修正

Armadillo-400 シリーズソフトウェアマニュアル
Version 1.6.0
2011/08/26

株式会社アットマークテクノ

060-0035 札幌市中央区北 5 条東 2 丁目 AFT ビル TEL 011-207-6550 FAX 011-207-6570
